

Efecto de la harina de cáscara de banano (*Musa Cavendish*) sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela.

Effect of banana peel flour (*Musa cavendishii*) on the bromatological and sensory properties of cookies sweetened with panela.

Ana Carlina Cusme Chilán, Julexy Auxiliadora Rosado Chavarria, José Patricio Muñoz Murillo

CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.

Enero - Junio, V°6-N°1; 2025

- ✓ **Recibido:** 26/03/2025
- ✓ **Aceptado:** 27/03/2025
- ✓ **Publicado:** 30/06/2025

PAIS

- Ecuador, Manabí.
- Ecuador, Manabí.
- Ecuador, Manabí

INSTITUCION

- Universidad Técnica de Manabí.
- Universidad Técnica de Manabí.
- Universidad Técnica de Manabí.

CORREO:

- ✉ acusme1893@utm.edu.ec
- ✉ jrosado6265@utm.edu.ec
- ✉ jose.munoz@utm.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0009-5194-9324>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0004-5690-9894>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-9161-685X>

FORMATO DE CITA APA.

Cusme, A. Rosado, J. & Muñoz, J. (2025). Efecto de la harina de cáscara de banano (*Musa Cavendish*) sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela. *Revista G-ner@ndo*, V°6 (N°1), 3176 – 3196.

Resumen

La cáscara de banano es un recurso poco aprovechado dentro de la industria de los alimentos. La investigación se desarrolla con el objetivo de evaluar el efecto de la harina de cáscara de banano sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial donde el factor de estudio fue el nivel de sustitución (5,10 y 15%) más un tratamiento testigo. Se caracterizó la harina de cáscara de banano y la formulación de las galletas. Se evaluaron los parámetros bromatológicos y sensoriales. Los resultados fisicoquímicos de la harina de cáscara de banano demostraron un contenido de proteína de 1,05%, humedad 6,17%, materia seca 93,83%, grasa 0,81%, ceniza 12,23%, pH 6,65%, acidez 0,12% y azúcares reductores de 312,22 mg/g. El tamaño de partícula fue superior para tamices inferiores a 500 µm. La evaluación fisicoquímica de las galletas demostró diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T3 obtuvo un menor contenido de proteína (7,45%) y pH (5,88), y un mayor aporte de ceniza (3,31%), fibra cruda (12,58%). El análisis microbiológico arrojó una menor presencia de mohos y levaduras en los tratamientos T1 y T3. La humedad fue menor en los tratamientos que incluyeron la harina de cáscara de banano con un mayor aporte de materia seca y contenido de grasa. El análisis sensorial demostró una mejor aceptación en T3 para los atributos sabor y apariencia general. Se concluye que la harina de cáscara de banano mostró resultados favorables en la elaboración de galletas.

Palabras clave: banano, cáscara, nutrientes.

Abstract

Banana peel is an underutilized resource in the food industry. The objective of this research was to evaluate the effect of banana peel flour on the bromatological and sensory properties of cookies sweetened with panela. A completely randomized design with factorial arrangement was used where the study factor was the level of substitution (5, 10 and 15%) plus a control treatment. The banana peel flour and the cookie formulation were characterized. Bromatological and sensory parameters were evaluated. The physicochemical results of banana peel flour showed a protein content of 1.05%, moisture 6.17%, dry matter 93.83%, fat 0.81%, ash 12.23%, pH 6.65%, acidity 0.12% and reducing sugars 312.22 mg/g. Particle size was higher for sieves smaller than 500 µm. The physicochemical evaluation of the cookies showed significant differences between the treatments studied, where the T3 treatment had a lower protein content (7.45%) and pH (5.88), and a higher ash (3.31%), crude fiber (12.58%). Microbiological analysis showed a lower presence of molds and yeasts in treatments T1 and T3. Moisture was lower in the treatments that included banana peel flour with a higher dry matter and fat content. Sensory analysis showed better acceptance in T3 for flavor and general appearance attributes.

Keywords: banana, peel, nutrients.

Introducción

El sector bananero del Ecuador ha sido considerado como un referente a nivel del mundo, y que a su vez los ha convertido en uno de los principales pilares de la economía del país debido a la generación de fuentes de empleo de manera directa e indirecta, y el aporte a la seguridad alimentaria del país (Jadán et al., 2024). De acuerdo con el reporte de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ([ESPAC], 2024), la superficie cosechada de banano fue de 175.181 hectáreas, la misma que registró un crecimiento de 4,6% en comparación con los resultados alcanzados durante el 2023, convirtiendo a la costa como el mayor referente dentro de este sector con el 89,0% de la superficie nacional cosechada de banano.

El consumo de frutas ha mostrado un importante crecimiento alrededor del mundo relacionado con los múltiples beneficios, debido al importante aporte de nutrientes esenciales como vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes, los cuales desempeñan un papel importante sobre la salud (Cervilla et al., 2022). En este sentido, el consumo de banano está relacionado a factores que integran la cultura gastronómica de diferentes familias, la economía y la accesibilidad de este fruto. Además del valor nutricional caracterizado por el aporte de potasio, fibra y vitaminas (Loor et al., 2024).

A pesar del importante consumo de este tipo de recursos, se genera una gran cantidad de cáscara, la cual es considerada como un residuo de bajo valor económico que, además, al no ser tratados adecuadamente puede ser considerado como una fuente de contaminación ambiental (Moreno-Morales et al., 2024).

La cáscara del banano representa entre el 35% y el 40% del fruto y es considerado como un residuo potencialmente aprovechable en la elaboración de productos interés alimentario (Solano-Apuntes et al., 2022), no obstante, en la actualidad a pesar de las investigaciones desarrolladas con este residuo incluido en diferentes tipos de alimento describen que el consumo de la cáscara de banano procesada no está asociada con la inclusión a ninguna dieta alimentaria,

a pesar del aporte nutricional y la viabilidad de uso en la elaboración de productos relacionados con la confitería (Aucancela et al., 2024).

Las galletas son productos de consumo alimentario conocidos por su aporte de macronutrientes, vitaminas, minerales y energía. La preparación se basa en una mezcla adecuada de ingredientes como harina, azúcares, grasas y líquidos, los cuales deben ser adecuadamente amasados con el fin de lograr características deseadas en este tipo de productos (Challco, 2020).

El aprovechamiento de subproductos agrícolas ha adquirido relevancia en la actualidad debido a su potencial para contribuir a la sostenibilidad, además del aporte nutricional y la reducción del desperdicio de recursos. En este contexto, la cáscara de banano es uno de los residuos más comunes en la industria agroalimentaria, con un alto contenido de fibra, antioxidantes, minerales y compuestos bioactivos con un potencial biológico en la elaboración de productos alimenticios funcionales (Cobena-Loor et al., 2020).

En la actualidad, la demanda de consumo de alimentos saludables y funcionales está en auge, por lo que la investigación sobre el uso de la harina de cáscara de banano representa una oportunidad que permite diversificar la oferta de productos relacionados con la confitería, además del aprovechamiento sostenible de este subproducto agroindustrial. Por ello, la presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la harina de cáscara de banano (*Musa cavendishii*) sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela.

Métodos y Materiales.

La presente investigación se desarrolló en los predios del Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Facultad de Agrociencias de la Universidad Técnica de Manabí, localizada en el sitio Anima km 2 ½ de la vía Chone - Boyacá. Durante la elaboración de las galletas se utilizó cáscara de banano (HCB) de la variedad *Musa cavendishii*. Los insumos utilizados fueron harina de trigo, panela, mantequilla y polvo de hornear.

Para el desarrollo de la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial donde se tuvo como factor de estudio los niveles de harina de cáscara de banano y la panela como edulcorante la cual se mantuvo estándar en las formulaciones, conformado por 4 tratamientos que incluyeron tres concentraciones de harina de cáscara de banano (5, 10 y 15%), más un tratamiento control (sin harina de cáscara de banano).

Tabla 1. *Diseño experimental de la investigación.*

Tratamientos	Código	Factor	Réplicas
		% de harina de cáscara de banano	
1	T0	0	3
2	T1	5	3
3	T2	10	3
4	T3	15	3

Nota: estructura del diseño de experimento.

Proceso de la obtención de la harina de cáscara de banano (HCB)

Previo al proceso de obtención de la harina, las cáscaras de banano fueron acondicionada mediante lavado con agua corriente y colocadas en cocción por 5 min y enfriadas con agua a temperatura de 2°C. Las cáscaras fueron ubicadas sobre una malla metálica por 6 min para reducir la mayor cantidad de agua y cortadas en tiras para ser deshidratada a una temperatura de 50 °C durante 24 horas en un deshidratador (marca BYR) con capacidad de deshidratado de 12 bandejas fabricadas en acero inoxidable. Posteriormente, las rodajas de las cáscaras de banano deshidratadas fueron molidas en un molino eléctrico (con cuchillas de acero inoxidable) durante 40 minutos, y la harina de banano fue tamizada continuamente en un tamiz de malla metálica No. 45 para obtener un tamaño de partícula de 354 µm. Finalmente, el material experimental fue envasado bolsas plásticas fabricadas en polietileno con sellado al vacío y almacenadas a una temperatura de 28 °C.

Proceso de la elaboración de galletas

Se procedió con la recepción de harina de cáscara de banano, trigo y demás insumos utilizados en la elaboración de las galletas. Se pesaron las materias primas e insumos descritos en la tabla 2. Cada formulación se conformó por una unidad experimental de 400g de mezcla. Posteriormente se realizó un amasado manual por 10 minutos hasta obtener una masa homogénea, se dejó reposar por 5 minutos, se continuó con el moldeado de la masa de galleta, para este proceso se realizó una laminación de la masa utilizando un rodillo de madera, seguido de moldes de acero inoxidable, se moldeó e identificó cada tratamiento en estudio. Las galletas se hornearon en un horno el cual mantuvo una temperatura de 120 °C por 12 minutos. Luego se dejaron enfriar en un lugar fresco y seco, y se envasaron en bolsas de polietileno selladas al vacío y se almacenaron a una temperatura de 28 °C.

Tabla 2. *Formulación de los tratamientos en estudio para galletas dulces*

Tratamientos	T0		T1		T2		T3	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Harina de cáscara de banano	0	0	5	20	10	40	15	60
Harina de trigo	60	240	55	220	50	200	45	180
Panela	20	80	20	80	20	80	20	80
Mantequilla	18	72	18	72	18	72	18	72
Polvo de hornear	2	8	2	8	2	8	2	8
Total	100	400	100	400	100	400	100	400

Nota: fórmula utilizada en la elaboración de las galletas.

Caracterización de la harina de cáscara de banano

Se efectuó una caracterización de la harina de cáscara de banano donde se consideraron los siguientes parámetros: Proteína (NTE INEN-ISO 20483), humedad (NTE INEN-ISO 712),

materia seca (NTE INEN-ISO 712), grasa (AOAC 2003.06), ceniza (NTE INEN-ISO 2171), pH (NTE INEN-ISO1842), acidez % ácido sulfúrico (NTE INEN 521) y azúcares reductores mg/g (DNS). Adicionalmente, se procedió a evaluar el tamaño de partícula de la harina mediante los procedimientos descritos en la norma NTE INEN 517:2013.

Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológica de las galletas.

La evaluación fisicoquímica y microbiológica de las galletas se efectuó a partir de los requisitos de la norma NTE INEN 2085 (2005). Dentro de los parámetros fisicoquímicos se evaluó el contenido de proteína, humedad, materia seca, ceniza, fibra cruda, grasa y pH. Microbiológicamente se evaluó la presencia de *Aerobios Mesofilos* (NTE INEN 1529-5) y Mohos y Levaduras (NTE INEN 1529-10). Se efectuó una evaluación sensorial de los tratamientos en estudio mediante la utilización de una escala hedónica del 1 al 7, donde 1 indica una menor aceptación y siete el valor de mayor aceptación. Se utilizó un total de 90 panelistas no entrenados conformados por hombres y mujeres., los cuales tenían un rango de edad de 20 a 60 años de edad.

Los resultados del estudio fueron analizados mediante la utilización del software estadístico InfoStat. Se aplicó un análisis de varianza ANOVA y para las variables donde se encontró diferencias significativas se procedió con la comparación de medias de Tukey utilizando un nivel de confianza del 95%. Los resultados del análisis sensorial se desarrollaron mediante la aplicación de pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis.

Análisis de Resultados

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de banano.

H. de cáscara de banano	Unidad	Valor
Proteína (6,25)	%	1,05
Humedad	%	6,17
Materia Seca	%	93,83
Grasa	%	0,81
Ceniza	%	12,23
pH (10%)	--	6,65
Acidez	% ácido sulfúrico	0,12
Azúcares reductores	mg/g	312,22

Nota: composición fisicoquímica de la harina de cáscara de banano.

El análisis de la composición fisicoquímica de la harina de cáscara de banano demostró que esta harina posee un aporte de proteína de 1,5%, un adecuado contenido de humedad de 6,17% y un alto contenido de materia seca de 93,83%.

De la misma manera se puede apreciar que este tipo de harina presenta un bajo contenido de grasa con un aporte de 0,81%, un alto aporte de minerales de 12,23%. El pH de la harina fue de 6,65%, con una acidez de 0,12 % ácido sulfúrico. La presencia de azúcares reductores para la harina fue de 312,22 mg/g de harina analizado.

Tabla 4. Tamaño de partícula de la harina de banano

Tamaño de malla (μm)	% de masa retenida
850	30,03
500	41,20
425	5,26
125	12,96
45	10,57
Fondo	0,00

Nota: tamaño de partícula de harina de banano

El análisis de granulometría de la HCB muestra variaciones entre cada uno de los tamaños de malla utilizados en la evaluación de granulometría de la harina. Como se puede apreciar en la tabla 4, los resultados del estudio reflejan una proporción de masa retenida en 500 μm el cual obtuvo el 41,20%, seguido del tamiz de 850 μm con el 30,03%. De la misma manera se puede apreciar en los tamices de 125 y 45 μm los resultados arrojaron un porcentaje de 12,96 y 10,57%, lo que demuestra una mayor representación del material con menor a 500 μm .

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de las galletas

Trat.	T0 $\bar{x}\pm\text{D.E.}$	T1 $\bar{x}\pm\text{D.E.}$	T2 $\bar{x}\pm\text{D.E.}$	T3 $\bar{x}\pm\text{D.E.}$	p-valor
Proteína	7,81 \pm 0,04 a	7,62 \pm 0,02 b	7,53 \pm 0,01 c	7,45 \pm 0,03 d	0,0001
Humedad	3,32 \pm 0,09 a	1,40 \pm 0,12 d	2,08 \pm 0,20 c	2,50 \pm 0,04 b	0,0001
Materia Seca	96,68 \pm 0,09 d	98,60 \pm 0,12 a	97,93 \pm 0,20 b	97,50 \pm 0,04 c	0,0001
Ceniza	2,20 \pm 0,03 d	2,62 \pm 0,01 c	3,11 \pm 0,01 b	3,31 \pm 0,01 a	0,0001
Fibra cruda	10,02 \pm 0,21b	9,73 \pm 0,68 b	13,17 \pm 0,07 a	12,58 \pm 1,30 a	0,0008
Grasa	19,21 \pm 0,06 c	21,69 \pm 0,15 ab	23,54 \pm 1,15 a	21,31 \pm 0,92 b	0,0008
pH	6,50 \pm 0,01 a	6,09 \pm 0,02 b	6,12 \pm 0,02 b	5,88 \pm 0,01 c	0,0001

Nota: medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Los resultados de la tabla 5, de la composición fisicoquímica de las galletas con la inclusión de los tres porcentajes de HCB edulcoradas con panela. Como se aprecian en los resultados del contenido de proteína, se obtuvo diferencias significativas ($p<0,05$) entre los valores promedios, mostrando una disminución del aporte de este compuesto relacionado con el aumento de la sustitución de la harina donde se puede apreciar que T3 fue estadísticamente menor con 7,45% y mayor en T0 con 7,81%.

La humedad presentó diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos en estudio, reportándose un mayor contenido en el tratamiento control con 3,32% y menor en el tratamiento

T1 con 1,40%. Por su parte, el contenido de materia seca, arrojó como resultados que el tratamiento T1 fue mayor con 98,60% y menor en T0 con 96,68%, demostrando un comportamiento inversamente proporcional entre ambas variables.

Los resultados de contenido de ceniza arrojaron diferencias significativas ($p < 0,05$), donde se observa un aumento proporcional de la presencia de minerales con la inclusión de la harina de cáscara de banano con 3,31% para el tratamiento T3 y 2,20% para el tratamiento T0.

De la misma manera los resultados del contenido de fibra cruda demuestran que la inclusión de la harina de cáscara de banano influyó significativamente ($p < 0,05$) sobre este indicador, evidenciando un mayor aporte de este indicador en los tratamientos T2 y T3 con 13,17 y 12,58%. Comportamiento similar se puede apreciar en la variable contenido de grasa, donde los tratamientos T1, T2 y T3, se muestran estadísticamente superiores en comparación con el tratamiento control.

El contenido de pH muestra una reducción significativa ($p < 0,05$) entre los promedios reportados en la investigación, el cual es mayor en el tratamiento control con 6,50 y menor en el tratamiento T3 con 5,88.

Tabla 6. Caracterización microbiológica de las galletas

Trat.	T0 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
Aerobios Mesófilos	2,21E+04±28481, 32 a	5,72E+02±11, 06 a	6,22E+03±4615, 96 a	2,78E+01±0, 87 a	0,279 5
Mohos y Levaduras	2,32E+02±5,51 b	2,39E+01±1,5 0 c	3,59E+02±0,58 a	9,73E+00±0, 56 d	0,000 1

Nota: medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La evaluación de la composición microbiológica de las galletas (tabla 6), demostró que no se encontró incidencias significativas ($p > 0,05$) para el recuento de *Aerobios Mesófilos*, sin

embargo, se puede apreciar diferencias numéricas encontradas entre tratamientos donde se puede apreciar que la utilización de la harina no es factor influyente sobre este indicador.

Los resultados en la presencia de mohos y levaduras en las muestras estudiadas arrojan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, donde se puede apreciar que el tratamiento T2 fue superior $3,59E+02$ UFC/g y menor para los tratamientos T1 y T3 con $2,39E+01$ y $9,73E+00$, respectivamente.

Tabla 7. Caracterización sensorial de las galletas

Parámetro	T0	T1	T2	T3	p-valor
	$\bar{x} \pm D.E.$	$\bar{x} \pm D.E.$	$\bar{x} \pm D.E.$	$\bar{x} \pm D.E.$	
Color	5,04 \pm 1,74 a	4,84 \pm 1,93 a	5,03 \pm 1,68 a	5,38 \pm 1,81 a	0,1520
Olor	5,14 \pm 1,36 a	4,71 \pm 1,96 a	4,92 \pm 1,71 a	4,78 \pm 2,07 a	0,8009
Sabor	5,06 \pm 2,10 a	4,61 \pm 1,77 b	4,49 \pm 1,83 b	5,51 \pm 1,64 a	0,0001
Textura	5,31 \pm 1,49 a	5,10 \pm 1,74 a	5,07 \pm 1,72 a	5,43 \pm 1,74 a	0,2782
Apariencia general	4,61 \pm 2,14 b	4,70 \pm 1,54 b	4,87 \pm 1,69 b	5,30 \pm 1,86 a	0,0208

Nota: medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La evaluación sensorial mediante la aplicación de pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis demostró que para las variables sabor, olor y textura no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) para las formulaciones estudiadas. En el caso del color los resultados arrojaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para las formulaciones donde se puede apreciar una mejor percepción por parte de los catadores en el tratamiento T3 con 5,51 puntos, seguido del tratamiento T0 con 5,06 puntos.

En este mismo sentido, los resultados de la apariencia general mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, siendo superior en el tratamiento T3 con 5,30 punto, en tanto que para el resto de los tratamientos se obtuvo una menor aceptación por parte de los catadores.

Discusión

Caracterización de la harina de cáscara de banano

Como se evidencio en los resultados de la caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de banano se obtuvo un bajo aporte de proteína, siendo este característico de los residuos de frutas, debido a que la mayor parte de la composición nutricional se conforma por la presencia de fibra, carbohidratos y otros compuestos bioactivos (Salazar et al., 2022). Los resultados de León-Méndez et al. (2020), reportan que la harina de trigo tiene un aporte de 8,87% de proteínas el cual es superior al reportado en este estudio.

Con relación al contenido de humedad los valores muestran que la harina posee las condiciones idóneas para el almacenamiento considerando una reducción del efecto de los microorganismos (Rodríguez et al., 2024). De la misma manera se puede apreciar un alto contenido de materia seca en la harina que favorece la inclusión en productos de panadería de acuerdo con lo reportado por Enríquez-Valencia et al. (2023).

El contenido de grasa de la harina de cáscara de banano es bajo, relacionándose de manera directa con una menor presencia de lípidos; sin embargo, se debe considerar que este tipo de compuesto es necesario para la elaboración de productos debido a que permite tener una mejora sobre las características sensoriales (Ashwath et al., 2021).

La presencia de minerales es relativamente alta y siendo este superior a los resultados expuestos en harinas de uso convencional como la harina de trigo, la cual tiene un contenido de cenizas de 0,93% (León-Méndez et al., 2020). Los resultados de Zambrano et al. (2024), al caracterizar la harina de musáceas describe como resultados porcentaje de cenizas de 10,20%.

El contenido de pH de la harina arrojó valores cercanos a la neutralidad siendo este un indicador favorable para que sea incluida en productos horneados, debido a que reduce significativamente la estabilidad química durante el proceso de horneado (Manjarres et al., 2024), lo que se refuerza con el bajo contenido de acidez reportado en la harina. La presencia de azúcares reductores es alta para este tipo de harinas lo que refleja una alta presencia de

monosacáridos como glucosa y fructosa, los cuales inciden sobre el desarrollo de reacciones como la de Maillard y la caramelización de los azúcares (Jurado, 2023).

La incidencia del tamaño de partícula de la harina se refleja en la capacidad de adsorción de agua, debido a que harinas con granulometría alta tienen una menor capacidad de adsorber agua, la misma que puede afectar la consistencia de la masa y las características relacionadas con la textura final, a diferencia de harinas con menor tamaño de partícula las cuales pueden homogenizarse adecuadamente en la mezcla (Lapčiková et al., 2021). Los resultados de Hernández-Rodríguez et al. (2024), en harinas de plátanos reportan tamaños de partículas inferiores a 0,315 mm, la cual es considerada como una granulometría adecuada para este tipo de productos.

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las galletas

El contenido de proteína de las galletas mostró una reducción significativa al aumentar los niveles de harina en las galletas, lo que se atribuye a una reducción del aporte de este compuesto al reducir la harina de trigo, la cual tiene un mayor aporte en comparación con la harina utilizada en esta investigación; sin embargo, los resultados expuestos están dentro de los criterios expuestos en la norma NTE INEN 285-1 (2005), donde se describe un mínimo de 3,00%.

El menor contenido de humedad alcanzado en los tratamientos con la inclusión de la HCB favorece la estabilidad de las galletas en la conservación, generando a su vez un aumento en el contenido de materia seca de los tratamientos, no obstante, este indicador cumple con los criterios expuestos por la norma NTE INEN 285-1 (2005), donde se especifica que el contenido de humedad debe ser menor a 10%. Los resultados expuestos por León-Méndez et al (2020), indican que harinas con un importante aporte de fibra tienen una incidencia significativa sobre la reducción de la humedad que consigo aumenta los porcentajes de materia seca, en este caso obtuvo valores de humedad de 3,83% para galletas con harina de trigo y 3,35% para galletas elaboradas con harinas alternativas.

El contenido de ceniza en los tratamientos refleja un incremento en la presencia de minerales en los tratamientos con mayor nivel de inclusión de la HCB. Los resultados de Falla y Ramón (2019) elaboraron galletas con la inclusión de harina de cáscara de plátano reportan como resultados valores de 3,0%, coincidiendo que un aumento de la harina mejoró proporcionalmente la cantidad de minerales de las galletas.

En este mismo sentido se puede apreciar que los niveles de fibra cruda fueron superiores en los tratamientos con mayor nivel de HCB, que lo convierte en una alternativa de interés nutricional, debido a los beneficios sobre la regulación del metabolismo que ayuda a promover la digestión (Rivera-De Alba y Girón, 2022). En este sentido, Alam et al. (2020), documenta valores inferiores en los resultados del contenido de fibra de galletas elaboradas con harina de cáscara de plátano los cuales oscilaron entre 0,41 a 1,22%.

El aporte de grasa en las galletas fue superior para los tratamientos que incluyeron la HCB, a pesar de que el perfil lipídico es bajo. En este sentido, investigaciones desarrolladas por Quimis et al. (2020), documentan un contenido de grasa de 10% al incluir concentraciones de 50% de harina de plátano, destacando el aporte de minerales en harinas derivadas de subproductos agroindustriales.

Los valores de pH en la galleta son similares a los descritos por Rivera et al. (2021), donde documentan valores de 6,5, sin embargo, al evaluar la estabilidad de este tipo de productos registra una descendencia de este indicador a 5,2, el cual describe como favorable para el desarrollo de microorganismos y consigo dar origen el deterioro de las galletas.

La caracterización microbiológica de los tratamientos en estudio reflejó que la presencia de *Aerobios mesófilos* no cumplió con criterios de la norma NTE INEN 285-1 (2005), en el tratamiento control, el cual mantuvo valores superiores al valor máximo descrito en la norma. Por otra parte, al analizar la presencia de Mohos y levaduras, los tratamientos T0 y T2, superan el valor máximo de la norma NTE INEN 285-1 (2005), no obstante, los tratamientos T1 y T3 cumplen

con estos indicadores, lo que puede estar asociado a la presencia de metabolitos secundarios en la HCB que tiene efectos antimicrobianos.

Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio

Los resultados de la evaluación sensorial los atributos color, olor y textura no mostraron incidencias significativas sobre los resultados sensoriales de las galletas, lo que demuestra que la inclusión de la HCB no influye sobre los indicadores de aceptabilidad de los panelistas.

Por su parte en el atributo sabor se puede apreciar que los tratamientos con mejor aceptación fueron el T0 y T3, los cuales alcanzaron una mayor puntuación. Estudios desarrollados por Zelaya et al. (2024), al evaluar la aceptación sensorial de galletas elaboradas con la inclusión de harinas no convencionales demostró como resultados variabilidad en la aceptación de las galletas frente a la formula del tratamiento control. Los resultados expuestos por Muñoz-Murillo et al. (2024), al elaborar galletas dulces efectuando sustitución de harina de trigo por harina no convencional documentan como resultados valores de 6 a 5,13 puntos en el atributo sabor, mostrando una menor aceptación al aumentar la sustitución de la harina, lo cual difiere de los resultados expuestos en esta investigación.

De la misma manera se observa que la apariencia general de las galletas mostró una mejor apariencia visual por parte de los catadores, relacionado con una mejor percepción de la textura superficial y el color que deriva de la harina de cáscara de banano. En este sentido, los resultados de López et al. (2024), muestran diferencias significativas entre las formulaciones para la apariencia general con valores que oscilaron entre 8 y 7,35, donde describe una reducción al disminuir la concentración de harina de trigo en la formula.

Conclusiones

La composición fisicoquímica de la HCB obtuvo un bajo aporte de proteínas, grasa, y condiciones de humedad adecuadas para su conservación, el aporte de ceniza fue de 12,23% lo que deriva de un alto contenido de minerales. El análisis del tamaño de partícula demostró que la harina mostró un mayor tamaño de partículas inferiores de 500 μm . La composición

fisicoquímica de las galletas con HCB edulcorada con panela demostró la presencia de diferencias significativas entre los tratamientos. El aumento de los niveles de harina disminuyó el contenido de proteína, humedad y pH y generó un incremento en la materia seca, grasa, cenizas y fibra cruda. La composición microbiológica demostró una reducción significativa en la presencia de mohos y levaduras, en los tratamientos T1 y T3. Sensorialmente, el tratamiento T3 mostró una mejor aceptación en los atributos sabor y apariencia general.

Referencias bibliograficas

- Alam, M. J., Akter, S., Afroze, S., Islam, M. T., & Sayeem, E. H. (2020). Development of fiber and mineral enriched cookies by utilization of banana and banana peel flour. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 10(3), 329-334. doi: 10.15414/jmbfs.2020.10.3.329-334
- Ashwath Kumar, K., & Sudha, M. L. (2021). Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2630-2640. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04769-9>
- Aucancela, S., Cortez, D., y Alfaro, Y. (2024). Elaboración de un bocadito de cáscara de banano, harina de trigo, almendras y coco rallado. *RECIMUNDO*, 8(2), 375-386. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(2\).abril.2024.375-386](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(2).abril.2024.375-386)
- Cervilla, N., Sánchez, A., Calandri, E. y Albrecht, C. (2022). Análisis del consumo, utilización y aprovechamiento de frutas y verduras entre los años 2019 y 2021. *Diaeta*, 40(177), 40-50. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73372022000100040&script=sci_abstract
- Cobeña-Loor, N. V., Espinosa-Marroquín, J. A., Avellán-Vásquez, L. E., Cedeño-Zambrano, J. R., Vaca-Sotelo, D. A., Chica-Chica, D. M., ... & López-Mejía, F. X. (2020). *Nutrición vegetal: exportación y eficiencia del uso de nutrientes en plátano* (Vol. 60). 3Ciencias. https://www.google.com.ec/books/edition/Nutrici%C3%B3n_vegetal_exportaci%C3%B3n_y_eficie/2_PVDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1
- Challco, I. (2020). *Elaboración de galletas incorporando harina de frijol (Phaseolus vulgaris)*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4053476>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ([ESPAC], 2024). Boletín técnico. Producción de banano. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf

- Enríquez-Valencia, A. L., Lucas-Aguirre, J. C., Caicedo-Arana, Á., Rodríguez-Henao, E., Aguilera-Arango, G., Cañar-Serna, D. Y., y Ocampo, J. A. (2023). Evaluación fisicoquímica y funcional de harinas y almidones del germoplasma de *musa spp.* en Colombia. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 39(1), 107-120. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaa39-9efaj70009>
- Falla, F., y Ramón, M. (2019). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3970>
- Hernández-Rodríguez, G., Álvarez-González, M., González, J. A., & Campos-Muiño, A. (2024). Obtención y caracterización de harina de plátano verde. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 34(3), 32-38. <https://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/754/669>
- Jadán Sánchez, V. M., Belduma Pizarro, N. A., y Elizalde Orellana, M. V. (2024). Evolución y proyección de la producción agrícola (Banano y Café) en Ecuador en el periodo 2012-2025. *Revista InveCom*, 4(2). 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10850807>
- Jurado, M. (2023). *Desarrollo de un jarabe glucosado a partir del banano verde de descarte (Musa paradisiaca) del área de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez*. [Tesis de pregrado, Universidad del Valle de Guatemala]. <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/5648>
- Lapčíková, B., Lapčík, L., Valenta, T., Majar, P., y Ondroušková, K. (2021). Effect of the rice flour particle size and variety type on water holding capacity and water diffusivity in aqueous dispersions. *LWT*, 142, 111082. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111082>
- León-Mendez, G., Leon-Mendez, D., Pajaro-Castro, N., Granados-Conde, C., Granados-Llamas, E, y Bahoque Peña, M. (2020). Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano
-

- pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). *Revista chilena de nutrición*, 47(3), 406-410. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300406>
- Loor, J., Álvarez, A., y Pazmiño, G. (2024). Comercialización de harina de banano (*Musa paradisiaca*) en el cantón La Maná. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(1), 11-19. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.951>
- López, E., Pérez, S., Gabilan, E., Romero, A., y Luna, N. (2024). Polvo de subproductos de mango criollo: Una fuente potencial de antioxidantes y fibra dietética en las preparaciones de galletas. *REVISTA IPSUMTEC*, 7(2), 1-10. <https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.300>
- Manjarres, G. Castro, A., Git, J., López, J., y Rodríguez, E. (2024). Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 12(1), 45-54. <https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6573>
- Moreno-Morales, M., Palma-Vera, A., Rivero-Herrada, M., Reyes-Pérez, J., Llerena-Ramos, T., Morales-Rodríguez, J., y Quinatoa-Lozada, F. (2024). Cáscaras de Banano (*Musa paradisiaca*): Uso Potencial como Bioestimulante en el Cultivo de Tomate. *Revista Terra Latinoamericana*, 42. 1-13. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i.2015>
- Muñoz-Murillo, J. P., García-Mendoza, J. J., Arévalo-Reyes, L. E., y Cedeño-Cedeño, J. C. (2024). Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(1), 18-30. <https://doi.org/10.53287/kdgc7623aq78f>
- NTE INEN 2085 (2005). Galletas. Requisitos. Instituto Ecuatoriano De Normalización.
- Quimis, J., Reyna, S., Lainez S., & Flores, L. (2020). Aceptabilidad de galletas con diferentes concentraciones de harinas de quinua, plátano, avena y endulzantes. *Revista ESPAMCIENCIA*. 11(1). 1-14. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.187
- Rivera, S., García, K. G., Amaya, C., Sánchez, E., Gallardo, C., y Castillo, S. (2021). Evaluación de atributos de calidad en galletas artesanales envasadas en dos tipos de
-

- empaque. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 6, 175-187.
<http://eprints.uanl.mx/23505/1/16.pdf>
- Rivera-De Alba, J. A., & Girón, E. F. (2022). La fibra dietética como ingrediente funcional en la formulación de productos cárnicos. *Tecnociencia Chihuahua*, 16(1), 892-892.
<https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v16i1.892>
- Rodríguez, E., Manjarres, G., Castro, A., López, D., y Gil, J. (2024). Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. *Investigación E Innovación En Ingenierías*, 12(1), 45–54. <https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6573>
- Salazar, E., Arias, D., Villalta, G., y Tamayo, E. (2022). Determinación del contenido nutricional de harina de banano aplicando el proceso de deshidratación. *Journal of science and research*, 7(CININGEC II), 11-27.
<https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2833>
- Solano-Apunte, A., Ponce-Saltos, W., & Zambrano-Gavilanes, F. (2022). Biodigestión anaeróbica de residuos de musaceas: caso ecuador. *Biotempo*, 19(1), 51-63.
<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/4803/5770>
- Zambrano, C., García, S., y Cevallos, R. (2024). Uso de la cáscara de banano para la remoción de cobre (II) en soluciones acuosas. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 18(2), 621-627.
<https://revistas.ug.edu.ec/index.php/cna/article/download/1933/4381>
- Zelaya, D., Torres, M., González, J., y Sánchez, D. (2024). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por la harina de pulpa de nancite (*Byrsonima crassifolia*) en la formulación de galletas, a escala de laboratorio. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 14(2), 103-119.
<https://doi.org/10.5377/elhigo.v14i2.19417>
-