

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA

EFFECT OF CARROT (*DAUCUS CAROTA*) AND WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM*) FLOURS ON THE PROPERTIES OF BISCUITS SWEETENED WITH PANELA

Celia Genith Herrera Cedeño¹, Angela María Zambrano García², José Patricio Muñoz Murillo³

{cherrera083@utm.edu.ec¹, azambrano9144@utm.edu.ec², jose.munoz@utm.edu.ec³}

Fecha de recepción: 15/09/2025 / Fecha de aceptación: 22/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: Las galletas son un producto con un importante consumo en la población actual, debido las cualidades sensoriales y nutricionales que ofrecen, sin embargo, existe la necesidad de evaluar nuevas fórmulas basadas en la utilización de diferentes tipos de harinas no convencionales. La investigación se desarrolló con el objetivo evaluar el efecto de las harinas de harina de zanahoria (*Daucus carota*) y trigo (*Triticum aestivum*) en las propiedades bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de galletas endulzadas con panela. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar donde se utilizó diferentes concentraciones de harina de zanahoria (5, 15, 25%), junto con el tratamiento control (sin harina de zanahoria). Se evaluó la composición fisicoquímica de la harina, composición bromatológica, fisicoquímica, microbiológica, perfil de textura y análisis sensorial de las galletas. La harina de zanahoria presentó proteína (8,13 %), grasa (1,36 %), fibra bruta (8,10 %), con humedad del 8,26 % y energía de 3,16 kcal/g. El pH disminuyó progresivamente de 6,65 (T0) a 5,32 (T3). La proteína y la grasa disminuyeron conforme aumentó la harina de zanahoria, mientras que la fibra cruda y las cenizas aumentaron, reflejando el aporte nutricional de la harina vegetal. La humedad presentó variaciones, destacando un aumento en el tratamiento T1. Los análisis microbiológicos evidenciaron el cumplimiento de los parámetros aerobios mesófilos y mohos y levaduras. El perfil de textura mostró un aumento significativo en dureza, gomosidad, elasticidad y masticabilidad con mayor inclusión de harina. La evaluación sensorial indicó que el tratamiento T1 obtuvo mejores puntuaciones en sabor, color, textura y apariencia general. Se concluye que el tratamiento T1 mantuvo una mejor tendencia sobre las variables evaluadas.

¹Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador. <https://orcid.org/0009-0000-7762-1938>; +593963838104.

²Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador. <https://orcid.org/0009-0008-9663-9971>; +593997947901.

³Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-9161-685X>; +593958627203.

Palabras clave: *Aceptabilidad, harinas no convencionales, panificación, perfil de textura*

ABSTRACT: Cookies are a product with an important consumption in the current population, due to the sensory and nutritional qualities they offer, however, there is a need to evaluate new formulas based on the use of different types of non-conventional flours. The objective of this research was to evaluate the effect of carrot (*Daucus carota*) and wheat (*Triticum aestivum*) flour on the bromatological, microbiological and sensory properties of cookies sweetened with panela. A completely randomized experimental design was applied where different concentrations of carrot flour (5, 15, 25%) were used, together with the control treatment (no carrot flour). The physicochemical composition of the flour, bromatological composition, physicochemical, microbiological, and sensory texture of the cookies were evaluated. The carrot flour presented protein (8.13 %), fat (1.36 %), crude fiber (8.10 %), with moisture of 8.26 % and energy of 3.16 kcal/g. The pH decreased progressively from 6.65 (T0) to 5.32 (T3). Protein and fat decreased as carrot flour increased, while crude fiber and ash increased, reflecting the nutritional contribution of vegetable flour. Moisture varied, with a notable increase in treatment T1. Microbiological analyses showed compliance with mesophilic aerobic, mold, and yeast parameters. The texture profile showed a significant increase in hardness, chewiness, elasticity, and masticability with higher flour inclusion. Sensory evaluation indicated that treatment T1 obtained better scores for flavor, color, texture, and overall appearance. It is concluded that treatment T1 maintained a better trend on the evaluated variables.

Keywords: *Acceptability, unconventional flours, baking, texture profile*

INTRODUCCIÓN

En la última década, la industria de la panificación ha mostrado diferentes cambios sobre los hábitos de consumo, innovación tecnológica y por el aumento de la demanda de productos más saludables, la cual muestra una tendencia clave para el desarrollo de productos panificados con mejor perfil nutricional, reduciendo azúcares y grasas saturadas, y aumentando fibra, proteínas de alta calidad e ingredientes funcionales que derivan principalmente de diferentes materias primas (1).

Las galletas son productos alimenticios elaborados para el consumo humano, generalmente elaboradas a partir del uso de insumos como la harina, azúcar y grasas (2). Sin embargo, las tendencias y exigencias de los consumidores han permitido incluir diferentes ingredientes con la finalidad de mejorar su sabor, aroma, textura y valor nutricional final (3,4).

En este contraste a los criterios expuestos anteriormente, se ha reportado el uso de diferentes tipos de harinas no convencionales que derivan principalmente de subproductos como cáscaras y de diferentes tipos de leguminosas, tubérculos y frutos secos (5,6). Estudios previos han evidenciado variaciones significativas en la aceptación sensorial y nutricional de las galletas

efectuando diferentes sustituciones de harina de trigo reportan que los porcentajes de sustitución de 25% de harinas mejoró la aceptabilidad sensorial, sin generar modificaciones significativas sobre la reología de la masa, las dimensiones, la dureza ni la ligereza de las galletas (7).

De la misma manera se ha reportado el uso de harinas no convencionales derivadas de cáscaras de frutos utilizados en la agroindustria muestran que la sustitución de concentraciones menores al 10 % cumplieron con los rangos descritos en la norma NTE INEN 2085:2005, a pesar de encontrar notables reducciones en el contenido de proteína, siendo este resultado esperado al efectuar sustituciones de harinas con bajo contenido proteico (8,9).

La zanahoria es un cultivo hortícola tradicional, conocido por su importante valor nutricional el cual integra la presencia de la provitamina A (β -carotenos), vitaminas del complejo B, vitamina K y minerales como el potasio, calcio y fósforo; el cultivo se siembra en zonas con climas templados, frescos y húmedos que hace favorable el desarrollo de las raíces (10).

El perfil nutricional de la zanahoria destaca por la presencia de carotenoides, como el β -caroteno, los cuales son precursores de la vitamina A, el cual actúa como antioxidante, protegiendo al organismo del estrés oxidativo y previniendo enfermedades crónicas (11). Adicionalmente, esta materia prima es una de las principales fuentes de vitaminas hidrosolubles como C y B, y minerales esenciales como potasio, calcio y magnesio, que ayudan en el equilibrio electrolítico, salud ósea y función muscular (12).

Por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las harinas de zanahoria (*Daucus carota*) y trigo (*Triticum aestivum*) en las propiedades bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de galletas endulzadas con panela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo lugar en el Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario (CABA), perteneciente a la Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí. Las galletas se elaboraron a partir de la utilización de harina de zanahoria, junto con los insumos harina de trigo, mantequilla vegetal, panela, huevo, canela y polvo de hornear.

Diseño de experimento

Se utilizó una investigación de tipo experimental cuantitativo debido a que efectuaron mediciones numéricas y análisis estadístico. La investigación se conformó por un diseño completamente al azar, con arreglo unifactorial, donde se tuvo como factor de estudio los niveles de harina de zanahoria (5, 15, 25%), junto con un tratamiento control (sin harina de zanahoria). Este diseño se eligió con la finalidad de evaluar si la sustitución de harina de trigo genera diferencias estadísticas entre las variables estudiadas. Se utilizó 3 réplicas por tratamientos, lo que generó un total de 12 unidades experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación.

Tratamientos	Código	Descripción de harina de zanahoria	%	Réplicas
1	T0	0		3
2	T1	5		3
3	T2	15		3
4	T3	25		3

Nota: Esquema del diseño experimental de la investigación.

Obtención de harina de zanahoria

Se recolectaron las zanahorias (*Daucus carota*) las cuales fueron previamente higienizadas mediante la utilización de agua potable, a fin de eliminar la mayor parte de los contaminantes físicos derivados de la cosecha. Consecutivamente las zanahorias se cortaron en rodajas de 0,20 mm mediante el uso de una rebanadora eléctrica de acero inoxidable marca Inmegar 2006317, modelo Iram Lr 38324, con fabricación en Ecuador. Se procedió con el deshidratado mediante el empleo de un deshidratador eléctrico (marca BYR, capacidad 12 bandejas) a temperatura de 55 °C durante 24 horas, para posteriormente molerlas mediante el uso de un molino de cuchillas fabricado en acero inoxidable hasta lograr una granulometría de 20 - 50 µm. Finalmente, la harina se envasó en fundas ziploc las cuales cuentan con un cierre hermético, y posteriormente ubicadas en un lugar libre de humedad.

Proceso de la elaboración de galletas

Se inició con la recepción de las harinas de trigo y zanahoria, las cuales fueron complementadas con insumos como la panela, margarina, huevo canela y polvo de hornear, los cuales se pesaron con una balanza digital (marca CAMRY) en base a las cantidades porcentuales establecidas en la formulación (Tabla 2).

Se realizó la mezcla de la panela y huevos mediante un batidor eléctrico (OSTER) hasta lograr una consistencia homogénea y se incorporó la margarina, polvo de hornear, canela, harina de zanahoria y harina trigo y la cual se amasa manualmente por 15 minutos hasta que la masa alcanzó una distribución uniforme y se dejó reposar por 25 minutos.

Se continuó con el proceso de moldeado de las galletas utilizando distintos moldes de figuras para cada tratamiento y luego se hornearon a temperatura de 130 °C durante 10 minutos. Posteriormente, las galletas se enfriaron al ambiente por 35 minutos antes de ser envasadas en fundas Ziploc previamente etiquetadas.

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA

Tabla 1. Esquema de los tratamientos en estudio para la producción de galletas dulces.

Insumos	T0		T1		T2		T3	
	%	g	%	G	%	g	%	G
Harina de trigo	42	378	37	333	27	243	17	153
Harina de zanahoria	0	0	5	45	15	135	25	225
Panela	15	135	15	135	15	135	15	135
Margarina	19	171	19	171	19	171	19	171
Huevo	20	180	20	180	20	180	20	180
Canela	2	18	2	18	2	18	2	18
Polvo de hornear	2	18	2	18	2	18	2	18
Total	100	900	100	900	100	900	100	900

Nota: Fórmula utilizada en la elaboración de las galletas.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina de zanahoria

La harina de zanahoria se caracterizó mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos considerando los siguientes parámetros: proteína (NTE INEN-ISO 20483), humedad (NTE INEN-ISO 20483), ceniza (NTE INEN-ISO 20483), materia seca (NTE INEN-ISO 20483), grasa (AOAC 2003.06), fibra bruta (AOAC 962.09), Extracto Libre de Nitrógeno (calculado proximal), energía (Cálculo), Aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-7) y mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10).

Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas

La evaluación bromatológica y microbiológica de las galletas se desarrolló a partir de los requisitos descritos en la NTE INEN 2085 (13). En cada tratamiento se procedió a analizar los siguientes parámetros bromatológicos: proteína, materia seca, humedad, grasa, fibra cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno considerando los métodos de ensayos descritos anteriormente en la caracterización de la harina. De la misma manera se determinó el contenido de pH (NTE INEN-ISO 1842) y análisis colorimétrico mediante la utilización del espacio CieLab considerando la luminosidad (L), coordenada (a*), coordenada (b*) y Delta E (ΔE). Microbiológicamente se determinó la presencia de Aerobios mesófilos y Mohos y Levaduras.

Análisis del perfil de textura de las galletas

El análisis del perfil de textura de las galletas se desarrolló mediante el uso de un Texturómetro digital de la marca (Texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTestEZ-LX). Se procedió a colocar

las muestras sobre la base del equipo. En cada tratamiento se evaluaron los parámetros dureza (N), cohesividad, gomosidad(N), adhesividad (N), elasticidad (N) y masticabilidad (N).

Evaluación sensorial de las galletas

Los tratamientos fueron evaluados por medio de un panel sensorial conformado por 80 evaluadores semientrenados a los cuales se les brindó una breve explicación de la forma de valoración cuantitativa y objetivo del test, considerando una escala del 1 al 5, siendo 5 la puntuación de mejor aceptación sensorial. En cada tratamiento se evaluaron los parámetros color, olor, sabor, textura y apariencia general.

Análisis estadístico

Los datos del estudio se procesaron utilizando el software estadístico InfoStat *versión libre*. Se procedió con un análisis de varianza ANOVA con la finalidad de identificar si existen diferencias significativas entre tratamientos. En el caso de las variables con valores de significancia ($p > 0,05$) se aplicó comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95 %. Los resultados de la evaluación sensorial se procesaron mediante análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis con la finalidad de reducir el sesgo de los datos al considerarse que los datos no son normales.

RESULTADOS

Previo al proceso de elaboración de las galletas dulces se procedió con la caracterización de la harina de zanahoria, dando los siguientes resultados.

Tabla 3. Caracterización de la harina de zanahoria.

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína (6,25)	%	8,13
Humedad	%	8,26
Cenizas	%	6,23
Materia Seca	%	91,74
Grasa	%	1,36
Fibra Bruta	%	8,10
Extracto Libre de Nitrógeno	%	67,93
Energía	Kcal/g	3,16
Aerobios mesófilos	UFC/g	1,21E+01
Mohos y Levaduras	UPC/g	9,50E+00

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA

En la Tabla 3, se evidencia la evaluación fisicoquímica demostró que la harina de zanahoria obtuvo un alto contenido del extracto libre de Nitrógeno (67,93 %) y materia seca de 91,74 %. En tanto que se encontró valores más bajos de humedad baja (8,26 %), proteína (8,13 %), fibra bruta 8,10 %, cenizas 6,23 % y energía 3,16 kcal/g. Por su parte el contenido de grasa fue menor con un promedio de 1,36 %.

Con relación a la evaluación microbiológica de las galletas se encontró que tanto para los aerobios mesófilos, mohos y levaduras los valores fueron bajos con promedios de 1,21E+01 UFC/g para Aerobios mesófilos y 9,50E+00 UFC/g para los Mohos y Levaduras, lo que garantiza la inclusión de la harina de zanahoria en la elaboración de las galletas.

Tabla 4. Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas.

Parámetros	Unidad	T0 x̄±D.E.	T1 x̄±D.E.	T2 x̄±D.E.	T3 x̄±D.E.	p-valor
pH	%	6,65±0,00 a	6,37±0,02 b	5,95±0,01 c	5,32±0,02 d	<0,0001
Proteína	%	13,36±0,05 a	13,25±0,01 a	9,92±0,06 b	8,34±0,27 c	<0,0001
Humedad	%	4,76±0,17 b	6,15±0,61 a	3,09±0,08 c	3,53±0,13 c	<0,0001
Materia seca	%	95,24±0,17 b	93,85±0,61 c	96,91±0,08 a	96,47±0,13 a	<0,0001
Grasa	%	15,49±0,04 b	18,62±0,01 a	14,52±0,39 c	8,42±0,28 d	<0,0001
Fibra Cruda	%	0,56±0,01 c	0,69±0,02 c	1,06±0,06 b	1,49±0,20 a	<0,0001
Cenizas	%	2,70±0,04 c	2,96±0,06 b	3,17±0,09 a	3,14±0,03 a	<0,0001
Extracto Libre de Nitrógeno	%	63,17±0,05 c	58,34±0,67 d	68,24±0,44 b	75,09±0,59 a	<0,0001
L	-	62,45±0,36 b	62,93±0,76 ab	63,86±0,25 a	63,15±0,31 ab	0,0351
a*	-	9,30±0,05 b	8,82±1,81 ab	11,07±0,08 a	10,96±0,38 a	0,0370
b*	-	17,19±0,19 c	20,34±0,63 b	22,05±0,49 a	21,60±0,65 ab	<0,0001
Delta E	-	-	3,66	5,36	4,77	-
Aerobios mesófilos	UFC/g	12,10±2,60 d	60,60±9,46 c	76,00±1,73 b	115,00±5,20 a	<0,0001
Mohos y Levaduras	UFC/g	45,47±9,05 b	71,33±9,45 a	63,33±2,89 ab	74,27±5,25 a	0,0061

Nota: Medias con la misma letra en una fila indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis del contenido de pH de las galletas arrojó diferencias estadísticas ($p < 0,0001$) entre tratamientos donde se observó que T0 mantuvo un valor más alto (6,65) y menor en T3 con 5,32, que evidencia una reducción proporcional de este indicador en las formulaciones. El porcentaje de proteína mostró diferencias estadísticas ($p < 0,0001$), al igual que el reporte del contenido de humedad y materia seca donde se observaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre tratamientos (Tabla 4).

El reporte del contenido de grasa evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) entre tratamientos, donde T0 y T1 alcanzaron resultados de 15,49 % y 18,62 %. Por su parte, los

análisis del contenido de fibra cruda reflejan un aumento significativo ($p < 0,0001$) con valores de 0,56 % en T0 y 1,49 % en T3. De la misma manera, la presencia de minerales refleja un aumento proporcional en T2 y T3, relacionados con los niveles de sustitución de harina de zanahoria en las galletas (Tabla 4).

La presencia del extracto libre de nitrógeno (ELN) en las galletas fue estadísticamente superior ($p < 0,0001$) en T3 con 75,09 %, seguido de T2 con 68,24 %, en tanto que el tratamiento T1 se mostró inferior con 58,34 %.

La evaluación colorimétrica refleja como resultados que en la Luminosidad se encontró valores superiores al aumentar el porcentaje de sustitución, donde se obtuvo valores de 63,86 y 63,15 para los T2 y T3. Con relación a la coordenada a^* se observa una tendencia marcada hacia una mayor fijación del color rojo con diferencias significativas ($p < 0,0001$) marcada en T2 y T3 con 11,07 y 10,96. De la misma manera, en la coordenada b^* se encontró un aumento del color a tonos amarillos, donde el tratamiento T2 obtuvo un mayor valor de 22,05. El análisis de Delta E, muestra que las variaciones del color evidencian que los tratamientos T2 y T3 se alejan considerablemente al tratamiento control, en tanto que el tratamiento T1 se encontró más cercanos a T0.

Los resultados de los análisis aerobios mesófilos demostraron un comportamiento significativo ($p < 0,0001$), entre tratamientos, con valores de 12 UFC/g en T0 y 115 UFC/g en T3. En el caso de los mohos y levaduras, se observó diferencias estadísticas ($p = 0,0061$) entre tratamientos, donde T0 fue menor con 45,47 UFC/g y mayor en T1 y T3 con 71,33 UFC/g y 74,27 UFC/g, respectivamente.

Análisis del perfil de textura y análisis sensorial de los tratamientos en estudios

A continuación, en la Tabla 5 se presentan los datos correspondientes al perfil de textura de las galletas con sus distintos niveles de harían de zanahoria.

Tabla 5. Perfil de textura de las galletas elaboradas con diferentes niveles de harina de zanahoria.

Tratamientos	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
Dureza (N)	60,08 \pm 1,18 d	93,33 \pm 2,88 c	148,33 \pm 7,64 b	181,67 \pm 7,25 a	<0,0001
Cohesividad	-0,002 \pm 0,02 a	-0,002 \pm 0,001 a	0,040 \pm 0,02 a	0,033 \pm 0,03 a	0,0668
Adhesividad (N)	-2,15 \pm 0,05 b	-0,42 \pm 0,08 b	-0,67 \pm 0,08 b	-3,42 \pm 0,24 c	<0,0001
Gomosidad (N)	-0,93 \pm 0,13 b	-0,64 \pm 0,13 c	1,12 \pm 0,03 a	1,28 \pm 0,03 a	<0,0001
Elasticidad (N)	0,00 \pm 0,00 c	0,00 \pm 0,00 c	0,10 \pm 0,02 b	0,18 \pm 0,02 a	<0,0001
Masticabilidad (N)	0,00 \pm 0,00 c	0,01 \pm 0,01 c	0,26 \pm 0,04 b	0,38 \pm 0,03 a	<0,0001

Nota: Medias con la misma letra en una fila indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis del perfil de textura arrojó diferencias significativas ($p = <0,0001$), donde la dureza de las galletas aumentó proporcionalmente al aumentar el nivel de inclusión de harina de zanahoria donde el tratamiento T3 obtuvo un promedio de 181,67 N. En el caso de la cohesividad, los resultados del estudio reflejan un comportamiento estadístico similar en cada promedio.

Los resultados de adhesividad mostraron diferencias altamente significativas ($p = <0,0001$), siendo menor los tratamientos T0, T1 y T2, a diferencia de T3 que alcanzó valores superiores que indican una textura más seca y una menor capacidad de adherencia a diferentes superficies.

En cuanto a la gomosidad, los tratamientos T2 y T3 muestran valores positivos y a su vez significativamente superiores a los tratamientos T0 y T1. De la misma manera, se puede apreciar que sobre la elasticidad y la masticabilidad alcanzó un aumento progresivo sobre ambos parámetros, documentándose en T3 los promedios más altos 0,18 N de elasticidad y 0,38 N de masticabilidad.

Tabla 6. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Sabor $\bar{x} \pm D.E.$	Color $\bar{x} \pm D.E.$	Olor $\bar{x} \pm D.E.$	Textura $\bar{x} \pm D.E.$	Apariencia general $\bar{x} \pm D.E.$
T0	3,16 \pm 1,23 b	3,35 \pm 1,15 b	3,46 \pm 1,09 a	3,30 \pm 1,10 b	3,67 \pm 1,13 bc
T1	3,69 \pm 1,34 a	3,90 \pm 1,35 a	3,85 \pm 1,22 a	3,92 \pm 1,19 a	3,88 \pm 1,24 a
T2	3,76 \pm 1,09 a	3,59 \pm 1,22 ab	3,65 \pm 1,17 a	3,74 \pm 1,10 a	3,52 \pm 1,15 ab
T3	3,44 \pm 1,22 ab	3,64 \pm 1,18 ab	3,48 \pm 1,22 a	3,59 \pm 1,20 ab	3,24 \pm 1,31 b
p-valor	0,0048	0,0102	0,0569	0,0024	0,0064

Nota: Medias con la misma letra en una columna indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis sensorial del sabor mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,0048$), donde T1 (3,69 \pm 1,34) y T2 (3,76 \pm 1,09) obtuvieron las mayores calificaciones y a su vez se mostraron estadísticamente superiores a T0 (3,16 \pm 1,23), mientras que T3 (3,44 \pm 1,22) se mantuvo similar entre tratamientos.

Con relación al análisis del color también presentó un comportamiento significativo ($p = 0,0102$), donde se puede apreciar que T1 (3,90 \pm 1,35) obtuvo la puntuación más alta, superando a los resultados del tratamiento T0 (3,35 \pm 1,15), en tanto que T2 y T3 se ubicaron en valores que no mostraron diferencias significativas con los demás tratamientos. Por su parte, en el olor no reflejó diferencias significativas ($p = 0,0569$) entre los tratamientos en estudio.

La textura fue estadísticamente significativa ($p = 0,0024$), donde se muestra que el T1 (3,92 \pm 1,19) y T2 (3,74 \pm 1,10) mantuvieron una mejor aceptación sensorial, en comparación con el tratamiento control (3,30 \pm 1,10), mientras que T3 (3,59 \pm 1,20) no difirió significativamente con

los demás tratamientos. De la misma manera la apariencia general presentó diferencias significativas ($p = 0,0064$), donde T1 ($3,88 \pm 1,24$) reflejó una mejor apariencia sensorial, mientras que T3 ($3,24 \pm 1,31$) fue el tratamiento con menor aceptación sensorial.

DISCUSIÓN

Caracterización de la harina de zanahoria:

El contenido de proteína de harina zanahoria mostró valores cercanos a los reportados en investigaciones de (11), quienes documentan resultados que oscilaron entre 4 a 9%, en tanto que para el contenido de grasa los resultados se encuentran dentro del promedio de esta investigación con rangos del 1 a 3%.

El reporte del contenido de humedad en la harina de zanahoria arrojó promedios que se encuentran dentro de los parámetros reportados en diferentes harinas de origen vegetal, con valores inferiores al 10 %, el cual es de interés para disminuir la actividad del agua y consiga el crecimiento de diferentes microorganismos que pueden alterar la composición de la harina (14). De la misma manera, se destaca que los valores están dentro de los rangos descritos en la NTE INEN 616 (15), considerada como referencia para harina de trigo para productos de panificación. A su vez, los resultados de materia seca se asemejan a los reportados por (16) en harinas de remolacha con promedios de 95,00 y 98,00%.

La fracción del contenido de ceniza de las muestras analizadas son superiores a los reportados por (17), donde obtuvo promedios de 0,70 a 1,13%. Este alto contenido de ceniza, indica una importante presencia de minerales como el Ca, K, Mg en las muestras analizadas (18).

El análisis de fibra bruta en la harina de zanahoria muestra valores inferiores a los reportados dentro la literatura, donde se ha documentado promedios de $18,23 \pm 0,26$ % (19), y de 24,66 % (11), no obstante, estas diferencias pueden relacionarse a la incidencia de factores como el proceso de secado y la valoración de este subproducto considerando fracciones de la zanahoria con mayor contenido de fibra. De la misma manera se puede apreciar que el contenido energético fue de 3,16 Kcal/g el cual responde a la presencia de carbohidratos, fibra y contenido de grasa (20). (18) documentan como resultados promedios de 3,47 kcal/g en base seca, el cual está cercano al reportado en esta investigación.

En contraste con los resultados del análisis microbiológico se puede apreciar que la presencia de aerobios mesófilos y el contenido de mohos y levaduras reportan valores bajos con promedios de 12 UFC/g y 9,5 UFC/g, lo cual refleja un adecuado proceso de secado de las zanahorias. De la misma manera, los resultados de (21), son inferiores a 10 UFC/g de aerobios mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales, los cuales se encuentran próximos a los reportados en esta investigación.

Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas:

La evaluación del contenido de pH mostró un descenso en este parámetro al aumentar los niveles de sustitución de la harina de trigo, lo que contrasta con un aumento de la acidez. Estudios de (22), exponen como resultados en la caracterización de galletas elaboradas con harina de cáscara de banano 5,88 de pH en el tratamiento con mayor porcentaje de harina de banano, de la misma manera, (23), documenta una reducción sobre el contenido de proteína con un descenso de 13,36 % a 8,34 %. Sin embargo, se puede apreciar que los promedios están dentro de los rangos y máximos de la norma INEN 2085 (13) para proteína y para pH.

Los valores del contenido de Humedad y materia seca evidencian que T1 presentó mayor humedad y menor materia seca, mientras que T2 y T3 revertieron la tendencia de aumento y disminución de estos indicadores. En este caso se observa que las galletas con harina de zanahoria en menores concentraciones pueden mejorar la capacidad de retención del agua, a diferencia de T2 y T3, los cuales pueden generar variaciones en cuanto a la estructura del almidón (24). Investigaciones de (25), reportan un contenido de humedad que osciló entre 5,90 a 3,25 %, los cuales están dentro de los resultados de la investigación, los que a su vez se encuentran dentro de los parámetros de la norma INEN 2085 (13).

El análisis del porcentaje de grasa mostró una reducción significativa al disminuir la presencia de harina de trigo, lo que contrasta con los resultados de (26) quienes en la fórmula control documentan un valor de 9,0 % y para el tratamiento con sustitución del 50 % un promedio de 3,70%. Por otra parte, en las variables fibra cruda y cenizas se observó un aumento proporcional al aumento de los niveles de harina, lo cual fue esperado debido a que la harina de zanahoria demostró mayor fracción de fibra dietética y minerales (cenizas), concordando con (27), quienes reportan un valor de 1,18 % en el tratamiento control y 3,46 % de fibra en el tratamiento con sustitución de 20 % de harina de cáscara de zanahoria en polvo.

Los resultados del ELN en las galletas alcanzaron un mayor porcentaje en el tratamiento T3 con 75,09 %, lo que deriva principalmente del aporte de los péptidos, azúcares solubles y de la presencia de compuestos nitrogenados libres (28). Sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por (29), quienes al efectuar una sustitución de la harina de trigo por harina de *Agave americana* y fibra del endospermo de semilla de tara reportan una reducción del extracto libre de 65,58 % a 61,20 %, con diferencias significativas entre ambos promedios.

Con relación al análisis del color de las galletas se encontró un aumento proporcional en la fijación del color en las coordenadas a y b a tonos rojizos con amarillos lo que deriva principalmente de la presencia de carotenoides como el β -caroteno y luteína (30). De la misma manera, resultados de (16), reportan variaciones en el color de las galletas al efectuar sustituciones de harina de trigo por remolacha quienes documentan valores 25 a 28 para la Luminosidad, en tanto que en la coordenada a* se reportan promedios de 22 a 24 y en la coordenada b* de 9 a 11.

El análisis microbiológico de las galletas demostró que los tratamientos cumplieron con los requisitos descritos para aerobios mesófilos y mohos y levaduras, con valores dentro de los rangos máximos y mínimos de la norma INEN 2085 (13). Por su parte (31), al efectuar una evaluación de la composición microbiológica de galletas reportan la ausencia de mohos y levaduras.

Análisis del perfil de textura de las galletas:

Los resultados del análisis del perfil de textura de las galletas, evidenció un aumento sobre la dureza con los máximos niveles de harina de zanahoria, lo que refleja una mayor resistencia a la fractura debido a la ausencia de gluten y almidones (32). De la manera, los resultados sobre la adhesividad muestran que el tratamiento T3 muestra el mayor valor absoluto de -3,42 N. De acuerdo con los resultados de (33), indican que la adhesividad está influenciada por la humedad superficial y la presencia de la grasa en la masa, considerando que esta última puede ser modificada y consigo provocar variaciones significativas.

Resultados de (8), al efectuar una evaluación del perfil de textura de galletas dulces con sustitución de la harina de trigo, muestran un aumento significativo de la dureza de la textura en comparación con el tratamiento control, pasando de 51,95 N a 174,76 N, en tanto que para las variables adhesividad los valores fueron de -2,54 en el control y -3,04 en el tratamiento con mayor sustitución de harina.

El análisis de la gomosidad, la elasticidad y la masticabilidad muestran un aumento en los tratamientos con mayor inclusión de harina de zanahoria. Este comportamiento, se relaciona un mayor contenido de fibra dietética y por la distribución de las partículas de harina de zanahoria, lo que contrasta con investigaciones donde se han incluido porcentaje de harinas no convencionales. Los resultados de (9), al efectuar investigaciones con sustituciones de harina de trigo en concentraciones del 3% obtuvo un valor de dureza de 57,50 N, adhesividad -0,26, gomosidad de -0,89 N y masticabilidad de 0,01 N.

Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio:

La evaluación del sabor de las galletas muestra que T1 y T2 alcanzaron una mejor percepción del sabor, relacionado con la incidencia favorables de los niveles de inclusión de la harina de zanahoria. A su vez, los resultados muestran un comportamiento similar a los reportados por (27), quienes con concentraciones de 5% de harina de cáscara de zanahoria obtuvieron una mejor aceptación en el sabor con 7,80. (34) destacan que la elaboración de galletas con harinas no convencionales puede mejorar la percepción del sabor sin alterar parámetros como el dulzor y la presencia de aromas característicos de este tipo de productos; sin embargo, se debe considerar que en esta investigación no se encontró diferencias estadísticas en el atributo olor.

La preferencia por el color en T1, reflejan un nivel de concentración de la harina de zanahoria adecuado, el cual fue apreciado por los catadores por su mayor uniformidad y menor alteración a los colores de galletas tradicionales. Comportamiento similar reporta (35), quienes al evaluar la incidencia de la sustitución de harina de trigo por harinas no convencionales arrojó como

resultados un aumento sobre el oscurecimiento de las galletas con diferencias significativas sobre las pruebas de Chi cuadrado.

Con relación a los valores de textura se puede apreciar que la mejor aceptación se mantuvo en los tratamientos T1 y T2, los cual pudo verse influenciado por una mejor crocancia de las galletas; sin embargo, de acuerdo con (36), manifiestan que este parámetro depende de manera directa de una buena proporción de grasa, humedad y fibra. Los resultados de (33), documentan promedios de 4 puntos, la misma que describen como medianamente dura. Por su parte, (8), al efectuar una evaluación de la textura reportan promedios de 5,13 al efectuar sustituciones del 20 % de la harina de trigo.

En cuanto a los resultados de la apariencia general de las galletas, se observó una menor aceptación en el tratamiento T3 el cual está asociado a la menor presencia de grasa, lo que genera consigo una baja sensación en el paladar de los catadores y aumento proporcional sobre el endurecimiento de las galletas (25).

CONCLUSIONES

Los análisis bromatológicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales evidencian variaciones significativas de las galletas con el aumento del nivel de sustitución de harina de zanahoria, donde se puede apreciar una mejor aceptabilidad en los T1 y T2, los que además mostraron un mayor balance de la capacidad nutricional de las galletas de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma NTE INEN 2085 (2005-05). Sobre el perfil de textura se obtuvo que a mayor concentración de la harina arrojó una mayor dureza de las galletas, lo que se relaciona con las diferencias en humedad, grasa y fibra documentadas en los tratamientos T2 y T3. La calidad microbiológica mostró valores dentro de los rangos máximos y mínimos de la norma INEN. Finalmente, para futuras investigaciones se recomienda efectuar estudios basados en la evaluación de la vida útil de las galletas en el almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario y al Laboratorio de Granos y Cereales de la Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí por habernos brindado la apertura para el desarrollo de esta investigación.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses que pueda afectar la imparcialidad de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barrancos E, Hernández T, Ávila A. Elaboración de galletas libres de gluten. Bol Cien Cienc Econ Adm ICEA. 2023;11(22):53-4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10142928>
2. Krajewska A, Dziki D. Enrichment of cookies with fruits and their by-products: Chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes. *Molecules*. 2023;28(10):4005. <https://doi.org/10.3390/molecules28104005>
3. Avalos-Ramírez Y, Grados-Poémape M, Curibanco-Chinchihuara S, Moreno-Rojo C, Santiago-Castillo L. Elaboración de galletas con harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) enriquecido con concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*). *Rev Investig Univ Le Cordon Bleu*. 2024;11(1):5-16. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n1.001>
4. Mancebo M, Picón J, Gómez M. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT Food Sci Technol*. 2015;64(1):264-9. doi:10.1016/j.lwt.2015.05.057
5. Olawoye B, Fagbohun OF, Popoola-Akinola O, Adetola DB, Gbadamosi SO, Akanbi CT. That we may eat and be healthy: a case of slowly digestible cookies from cardaba banana starch. *Appl Food Res*. 2023;3(2):100342. doi:10.1016/j.afres.2023.100342
6. Guiné RP. Textural properties of bakery products: A review of instrumental and sensory evaluation studies. *Appl Sci*. 2022;12(17):8628. doi:10.3390/app12178628
7. Torra M, Belorio M, Ayuso M, Carocho M, Ferreira IC, Barros L, Gómez M. Chickpea and chestnut flours as non-gluten alternatives in cookies. *Foods*. 2021;10(5):911. doi:10.3390/foods10050911
8. Muñoz-Murillo JP, García-Mendoza JJ, Arévalo-Reyes LE, Cedeño-Cedeño JC. Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Rev Investig Innov Agropecu Recur Nat*. 2024;11(1):18-30. <https://doi.org/10.53287/kdgc7623aq78f>
9. Basurto N, Limongi M, Muñoz P. Efecto de varios porcentajes de harina de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales de galletas dulces. *Rev Nutr Clín Diet Hosp*. 2025;45(1):354-63. <https://doi.org/10.12873/451basurto>
10. Bombón-Tonato M, Zambrano-Ochoa E, Morales-Padilla M, Villacres-Poveda CE. Utilización del almidón modificado de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*) como extensores en la elaboración de salchicha. *MQRInvestigar*. 2025;9(2):e486. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e486>
11. Ikram A, Rasheed A, Ahmad Khan A, Khan R, Ahmad M, Bashir R, Hassan Mohamed M. Exploring the health benefits and utility of carrots and carrot pomace: a systematic review. *Int J Food Prop*. 2024;27(1):180-93. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2301569>
12. Paparella A, Kongala PR, Serio A, Rossi C, Shaltiel-Harpaza L, Husaini AM, Ibdah M. Challenges and opportunities in the sustainable improvement of carrot production. *Plants*. 2024;13(15):2092. <https://doi.org/10.3390/plants13152092>
13. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2085. Galletas. Requisitos. Quito: INEN; 2005.

14. Awol SM, Kuyu CG, Bereka TY. Physicochemical stability, microbial growth, and sensory quality of teff flour as affected by packaging materials during storage. *Lwt.* 2023;189:115488. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115488>
15. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616. Harina de trigo. Requisitos. Quito: INEN; 2015.
16. Mitrevski J, Pantelić ND, Dodevska MS, Kojić JS, Vulić JJ, Zlatanović S, et al. Effect of beetroot powder incorporation on functional properties and shelf life of biscuits. *Foods.* 2023;12(2):322. <https://doi.org/10.3390/foods12020322>
17. Luca MI, Ungureanu-luga M, Mironeasa S. Carrot pomace characterization for application in cereal-based products. *Appl Sci.* 2022;12(16):7989. <https://doi.org/10.3390/app12167989>
18. Kamel DG, Hammam AR, El-Diin MAN, Awasti N, Abdel-Rahman AM. Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *J Dairy Sci.* 2023;106(3):1672-86. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22090>
19. Singh S, Verma P, Kaur P, Sandhu S, Singh S, Kaur A, Salar R. A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2023;48:102640. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102640>
20. Begum R, Chowdhury F, Hasan R, Rahman F, Rahman H, Alim A. Efficacy of freeze-dried carrot pomace powder in improving the quality of wheat bread. *Food Res.* 2023;7(6):11-22. Disponible en: https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_2__fr-2022-102_begum.pdf
21. Suarez B, Guerrero L, Villavicencio J, Cedeño J. Elaboración y análisis de fideos de trigo fortificados con bagazo de uva (*Vitis vinifera*). *RECIMUNDO.* 2025;9(1):315-25. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(1\).enero.2025.315-325](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.315-325)
22. Cusme A, Rosado J, Muñoz J. Efecto de la harina de cáscara de banano (*Musa Cavendish*) sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela. *Rev Cient Multidiscip G-nerando.* 2025;6(1):3176-96. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.559>
23. Ukeyima M, Dendegh T, Okeke P. Efecto de la adición de polvo de zanahoria en la calidad de las galletas elaboradas con mezclas de harina de trigo y soja. *Rev Cienc Aliment Asiática.* 2019;10(3):1-13. <http://dx.doi.org/10.9734/afsj/2019/v10i330039>
24. Hu JP, Wang SY, Wang DQ, Zong KL, Yang JT. Effects of carrot powder on properties of pre-gelatinized waxy rice starch. *Food Sci Technol.* 2022;42:e81622. <https://doi.org/10.1590/fst.81622>
25. Chikpah SK, Korese JK, Osman S. Characterization of physicochemical, antioxidants and sensory properties of cookies enriched with shea (*Vitellaria paradoxa*) fruit pulp as a functional ingredient. *Food Prod Process Nutr.* 2023;5(1):44. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00152-1>
26. Cruz J, Villajulca-Carrión Y, Guillén-Sánchez S. Galletas tipo soda elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz nixtamalizado y garbanzo. *Arch Latinoam Nutr.* 2024;74(1):1-9. <https://doi.org/10.37527/2024.74.1.001>

27. Quitral V, Flores M, Plaza K, Quezada F, Arce H. Harina de cáscara de zanahorias como ingrediente en la elaboración de galletas. *Rev Chil Nutr.* 2023;50(2):226-32. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182023000200226>
28. Purewal SS, Verma P, Kaur P, Sandhu KS, Singh RS, Kaur A, Salar RK. A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2023;48:102640. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102640>
29. Sotelo A. Elaboración y aceptabilidad de galletas en base a quinua y fibras soluble e insoluble y parámetros bioquímicos en ratas [tesis doctoral]. Lima: Univ Nac Agraria La Molina; 2023. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=341382>
30. Dallagi W, Rguez S, Hammami M, Bettaieb Rebey I, Bourgou S, Hamrouni Sellami I. Optimization of processing conditions to enhance antioxidant and carotenoid contents of carrot juice. *J Food Meas Charact.* 2023;17(5):4384-93. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01950-4>
31. Morillo C, Villegas R. Potencial proteico de harina de grillo (*Acheta domestica*) como una alternativa sostenible para el consumo humano. *Rev Cient Pakamuros.* 2024;12(1):16-26. <https://doi.org/10.37787/jh8b0c66>
32. Millán C, Sandoval J, Baldovinos I, Galeana T. Capacidad antioxidante de galletas elaboradas de fuentes no convencionales. En: *Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (INUDI-UH, 2022)*. Perú: Instituto Univ Innov Cienc Tecnol Inudi; 2022. p. 227-34. <https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.15>
33. Al-Marazeeq K, Saleh M, Angor M, Lee Y. Cookie dough functional properties of partially replaced all-purpose wheat flour with powdered fruit skins and the hedonic perception of the resulting cookies. *Front Sustain Food Syst.* 2024;8:1445206. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1445206>
34. Rodríguez-González I, Benavides-Guevara M, Jurado K, Marulanda M, Zuluaga-Domínguez M. Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua. *Ing Compet.* 2023;25(2):e12242. <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.11242>
35. Jhoel V, Benavides J, Cortez A, Aldas J, Revilla K. Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas. *Rev Colomb Investig Agroindustr.* 2023;10(2):23-33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9063224>
36. Culetu A, Stoica-Guzun A, Duta DE. Impact of fat types on the rheological and textural properties of gluten-free oat dough and cookie. *Int J Food Sci Technol.* 2021;56(1):126-37. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14611>
37. 33. Vásquez H, Durazno A, Moya D, Rodríguez L, Pinargote R. Elaboración de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soja. *J Sci Res.* 2024;9(2):133-56. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3090>