



Red de Investigación Estudiantil de la Universidad del Zulia
Revista Venezolana de Investigación Estudiantil

REDIELUZ

Sembrando la Investigación Estudiantil

Vol. 15 N° 1

Enero - Junio 2025



ISSN: 2244-7334
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia
Vicerrectorado Académico

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DE PRODUCTOS DE PANADERÍA ELABORADOS CON AVENA, CHÍA, FRIJOL Y CÚRCUMA

Sensory and microbiological characteristics of bakery products made with oatmeal, chia, beans and turmeric

Dolores Zambrano¹, Winston Zavala¹, Virginia Rodríguez¹,

Yasmina Barboza²

¹Universidad Laica Eloy Alfaro, de Manabí. Ecuador.

²Universidad del Zulia, Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética. Venezuela.

ORCID: 0000-0001-63518454, 0009-0007-9894-4016, 0000-0001-7462-0702, 0000-0002-4258-5495

dotrizac@hotmail.com, winston.zavala@uleam.edu.ec, virginia.rodriguez@uleam.edu.ec, barbozayasmina@gmail.com

RESUMEN

Las investigaciones de hoy, se enfocan en el desarrollo de nuevos productos de calidad con beneficios a la salud. Por esta razón, el propósito de esta investigación fue determinar las características sensoriales y microbiológicas de productos de panadería formulados con avena (*Avena sativa* L.), chía (*Salvia hispánica* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y cúrcuma, (*Curcuma longa*). Los productos fueron analizados para determinar por triplicado, el contenido de proteínas, grasa, carbohidratos, fibra, humedad y cenizas. Se realizó la evaluación sensorial del producto mediante una prueba de nivel de agrado con una escala hedónica de 9 puntos y un panel de consumidores no entrenados. Además, se determinó su calidad microbiológica. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de proteína, humedad, grasa, fibra entre los productos formulados y sus controles. La prueba sensorial mostró un favorable nivel de agrado para el sabor (8,88 y 8,08), color (8,06 y 8,62) y textura (8,2). El 98 % de los consumidores aceptó el producto. El recuento inicial de células viables totales fue de $2,01 \pm 0,04$ log ufc/g, para el día 0, ausencia de hongos y levaduras, coliformes y *E. coli*, Estos valores aumentaron durante el almacenamiento; alcanzando en el quinto día, valores de $5,10 \pm 0,02$ log UFC/g para aeróbicos y $3,40 \pm 0,02$ log UFC/g para hongos y levaduras. Esto ayudó a

establecer la vida útil del producto, que se puede estimar en 4 días, ya que no se utilizó ningún tipo de conservante. En conclusión, debido a su aceptabilidad, valor nutritivo y calidad microbiológica podría ser utilizado como alternativa para resolver problemas nutricionales y de salud que afectan a la población.

Palabras Clave: Avena; Chía; Frijol; Cúrcuma; Polifenoles; Producto de Panadería.

ABSTRACT

Researchers are nowadays focused on development of novel foods with health benefits. For this reason, the purpose of this research was to determine the sensory and microbiological characteristics of bakery products formulated with oats (*Avena sativa* L.), chia (*Salvia hispanica* L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.), and turmeric (*Curcuma longa*). The products were analyzed to determine in triplicate the content of protein, fat, carbohydrates, fiber, moisture, and ash. The sensory evaluation of the product was carried out through a liking test using a 9-point hedonic scale and a panel of untrained consumers. Additionally, its microbiological quality was determined. The results showed significant differences ($p > 0.05$) in the protein, moisture, fat, and fiber content between the formulated products and their controls. The sensory test showed a favorable level of liking for flavor (8.88 and 8.08), color (8.06

and 8.62), and texture (8.2). 98% of consumers accepted the product. The initial count of total viable cells was 2.01 ± 0.04 log cfu/g on day 0, with no fungi and yeasts, coliforms, and *E. coli*. These values increased during storage, reaching on the fifth day, values of 5.10 ± 0.02 log cfu/g for aerobics and 3.40 ± 0.02 log cfu/g for fungi and yeasts. This helped establish the shelf life of the product, which can be estimated at 4 days since no type of preservative was used. In conclusion, due to its acceptability, nutritional value, and microbiological quality, it could be used as an alternative to address nutritional and health problems affecting the population.

Keywords: Oats; Chia; Bean; Turmeric; Bakery Products; Polyphenol.

Recibido: 27-03-2025 Aceptado: 22-04-2025

INTRODUCCIÓN

Hoy, los consumidores están enfocados en adoptar estilos de vida saludables y hábitos nutricionales apropiados. En este sentido, continuamente se está investigando sobre nuevos alimentos con el fin de mejorar la dieta y tener un mejor estado de salud. Los cambios en los hábitos alimentarios, ayudan a los consumidores a prevenir enfermedades graves, como la diabetes tipo II, obesidad, osteoporosis, padecimientos cardiovasculares, Alzheimer y Parkinson, entre otras. En vista de esto, existe presión en varios sectores como la industria de alimentos, los profesionales de la salud y los investigadores para el desarrollo de productos que satisfagan esta demanda (Martins et al. 2017).

Dentro de este contexto, el desarrollo de nuevos productos es un constante desafío para la investigación científica y aplicada y se ha observado que el diseño de alimentos es esencialmente una forma de optimizar los ingredientes claves para generar la mejor formulación. Los productos de panadería son productos muy extendidos consumidos en todo el mundo por personas de diferentes edades y culturas (Mengyan et al. 2021).

En la formulación de estos productos como galletas, brownies, muffin ponqués, panes y barras han trabajado distintos grupos de investigadores, incorporando ingredientes tales como avena, semillas oleaginosas, leguminosas y otras fibras (Rodríguez et al. 2023, Ahmed et al. 2021, Silva De Paula et al. 2013, Herranz et al. 2016). Esta búsqueda creciente pone ciertos ingredientes y alimentos en

la lista de preferencia de un número creciente de investigadores, incluyendo en estos la cúrcuma (Musazadeh et al. 2022), chía (Zia-ud et al. 2021) avena (Grundy et al. 2018) y frijol (Ramos et al. 2017).

En lo que respecta a la chía (*Salvia Hispánica*), es uno de los alimentos funcionales más utilizados, a la cual se le confieren propiedades antioxidantes por ser rica en compuestos fenólicos (Martirosyan et al., 2022). Según la literatura, la chía es fuente de algunos fotoquímicos como el ácido cafeico y clorogénico, que tienen actividad antioxidante contra el estrés oxidativo (Zia-ud et al. 2021). Así mismo el principal interés de la chía se refiere al contenido de ácidos grasos poliinsaturados, omega 3 y omega 6, ya que mejoran las funciones inmunológicas, inhibiendo el crecimiento de linfocitos y citoquinas pro inflamatorias, actuando en la prevención de enfermedades cardiovasculares y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular y neurotransmisores (Fernández et al. 2019).

Con respecto a sus características organolépticas, el mucilago obtenido al hidratar las semillas de chía, tiene propiedades tecnológicas que permiten su uso en la formulación de alimentos, lo que resulta en la modificación y mejora de textura, además confieren estabilidad a los productos durante su elaboración y almacenamiento, siendo su uso una buena opción para el reemplazo de huevos (Costa Borges et al. 2021). En cuanto al valor nutricional, la semilla de chía no es sólo fuente de ácidos grasos esenciales, fibra dietética y compuestos fenólicos; también se caracteriza por aportar proteínas, minerales y vitaminas liposolubles (Fernandes y Salas-Mellado, 2017).

Paralelamente, un buen número de estudios sugieren que el consumo de avena (*Avena sativa L.*) tiene un excelente valor nutricional, y es conocida por sus beneficios para la salud relacionado con su fibra dietética, los β -glucanos, especialmente en la reducción del colesterol plasmático y el control del azúcar en la sangre postprandial (Grundy et al., 2019). En comparación con otros granos de cereales, la avena tiene un contenido relativamente alto de lípidos, y son una buena fuente de fibra dietética, proteínas, minerales y compuestos bioactivos (Webster y Wood, 2010).

Cabe destacar, hoy, el frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) se consume en diversas partes del mundo ya que es considerado un alimento completo debido a sus componentes. Es fuente de proteína más económicas, en comparación con los alimentos de

origen animal (Ramos et al. 2017). Los compuestos fenólicos, tocoferoles, péptidos, aminoácidos, fibra dietética, almidón resistente, ácidos grasos insaturados, minerales (Ca, 3 g/kg; Fe, 40 mg/kg; Zn, 35 mg/kg) entre otros, son compuestos importantes presentes en los frijoles que pueden proporcionar actividades biológicas (Hall et al., 2017).

En lo que respecta, específicamente a la Cúrcuma (*C. longa*), pertenece a la familia de plantas Zingiberaceae, y es nativa del sur tropical de Asia. A menudo se usa como especia y puede afectar la naturaleza, el color y el sabor de los alimentos (Kocaadam y Sanlier, 2017). Diferentes aceites volátiles como el d-sabineno, cinol, borneol, zingibereno, sesquiterpenos y componentes colorantes como los curcuminoides, se derivan del rizoma de esta planta (Oshiro et al. 1990). Entre los más de 100 compuestos químicos que se encuentran en esta hierba, la curcumina, que es un polifenol hidrófobo que deriva del rizoma de la cúrcuma, y es el principal componente biológicamente activo (Kulkarni y Dhir, 2010).

En lo que respecta, específicamente a la Cúrcuma (*C. longa*), pertenece a la familia de plantas Zingiberaceae, y es nativa del sur tropical de Asia. A menudo se usa como especia y puede afectar la naturaleza, el color y el sabor de los alimentos (Kocaadam y Sanlier, 2017). Diferentes aceites volátiles como el d-sabineno, cinol, borneol, zingibereno, sesquiterpenos y componentes colorantes como los curcuminoides, se derivan del rizoma de esta planta (Kheira 2023). Entre los más de 100 compuestos químicos que se encuentran en esta hierba, la curcumina, que es un polifenol hidrófobo que deriva del rizoma de la cúrcuma, es el principal componente biológicamente activo (Kulkarni y Dhir, 2010).

Debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y sus múltiples efectos beneficiosos para la salud, la curcumina ha recibido atención en el mundo, siendo que la mayoría de los efectos farmacológicos de la cúrcuma están relacionados con ella (Hewling y Kalman, 2017). Hoy, la cúrcuma también se sabe que se ha utilizado para la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades que van desde el cáncer (Karthikeyan et al. 2023), a enfermedades autoinmunes, neurológicas (Kulkarni y Dhir, 2010), cardiovasculares (Mohant et al. 2006) y síndrome metabólico (Sahne et al. 2017).

Sin embargo, a pesar de los extensos estudios in vitro e in vivo, aún no se ha encontrado un efec-

to terapéutico claro de la curcumina, (Gupta et al. 2012) principalmente debido a su baja disponibilidad. Hay dos razones para la mala absorción de la curcumina; 1: Exhibe una solubilidad acuosa muy baja de solo 11 ng/mL (Gupta et al. 2012) y 2 se metaboliza rápidamente (Hewling y Kalman, 2017). Por lo tanto, se requiere una combinación de estrategias que aborden la solubilidad deficiente y el metabolismo rápido. Una estrategia que se aplica a menudo para mejorar el comportamiento de disolución de un fármaco poco soluble en agua es formularlo como una dispersión sólida.

En este sentido, la piperina es un compuesto alcaloide del extracto de la pimienta negra (*P. nigrum*) el cual se ha identificado como un bio-potenciador de varios medicamentos, mediante la estimulación de los transportadores de aminoácidos intestinales y la inhibición de las enzimas metabolizadoras utilizadas para mejorar la absorción de fármacos, la biodisponibilidad y la bioeficacia (Mhaske et al. 2018). Se cree que estas estrategias son útiles para ser aplicadas a la curcumina. Por lo tanto, la formulación que se propone está basada en la combinación de extractos de *C. longa* y *P. nigrum* para mejorar la biodisponibilidad de la curcumina.

En tal sentido, la chía, avena, frijol y cúrcuma pueden ser utilizados para formular productos con características definidas y consistentes. En virtud de las ideas expuestas, el propósito de esta investigación fue determinar las características sensoriales y microbiológicas de productos de panadería formulados con avena, chía, frijol y cúrcuma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental y Formulaciones

Para efecto de los análisis contemplados en el estudio, se ensayaron varias fórmulas (A, B, C y un control) de los productos dulce y salado (tabla 1 y 2) para seleccionar aquella que permitió agregar la cantidad de ingredientes necesarios, sin afectar el manejo tecnológico de la mezcla, la capacidad de amasado, corte y manipulación para obtener el producto final. La fórmula C fue seleccionada entre todas las fórmulas. Durante la investigación un total de 240 muestras fueron preparadas por un periodo de tres meses (60 de cada fórmula), producto de panadería salado (PSF), producto de panadería dulce (PDF), control salado (CS), y control dulce (CD).

Tabla 1. Ingredientes (g/100) utilizados en el producto de panadería dulce

INGREDIENTES	Fórmula A	Fórmula B	Fórmula C	Control
Harina de trigo	21	20	13	37
Harina de frijol	31	7	7	-
Avena en hojuela	2	2	10	-
Chía	2	2	4	-
Cúrcuma	6	-	3	-
Manzana	-	5	5	-
Almendras	3	4	5	-
Aceite	3	4	6	9
Stevia	10	13	21	-
Pimienta			0,1	
Sal	0,4	0,1	0,2	-
Canela	0,2	0,6	0,6	-
Levadura	0,9	1	3	3
Azúcar			3	30
Agua	19	33	19	21

Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

Tabla 2. Ingredientes (g/100) utilizados en el producto de panadería salado

INGREDIENTES	Fórmula A	Fórmula B	Fórmula C	Control
En la Harina de trigo	23	9	20	48
Harina de frijol	34	17	10	-
Avena en hojuela	2	5	10	-
Chía	2	5	6	-
Cúrcuma	5	-	3	-
Tomate seco	-	3	16	-
Aceite	3	3	6	10
Azúcar	2	8	4	4,8
Pimienta			0,1	
Sal	0,7	0,3	0,3	0,5
Levadura	1	1	3	4
Agua	27	48	26	34

Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

Procesamiento de los ingredientes

Para obtener la harina de frijol, los granos fueron sometidos a un proceso de limpieza, colocándolos en un recipiente para lavarlos por inmersión en agua durante 1 min, este procedimiento se repitió 3 veces. Posteriormente se cocinaron a fuego lento durante 15 minutos se retiraron y se dejó enfriar. La cantidad de agua utilizada fue tres veces la cantidad del peso de frijol. Posterior a ello, los frijoles

limpios semi-cocidos, se secaron en horno a 80⁰ C durante 8 horas. El grano seco fue molido utilizando un procesador de alimentos (Oster®) hasta obtener un polvo fino para finalmente pasarlo por un tamiz de 0,5 mm.

Para la obtención de la cúrcuma en polvo, se seleccionaron rizomas de color naranja intenso, sin manchas ni fisuras y sin agentes extraños. Se lavaron con agua y se desinfectaron con solución

de hipoclorito (100 ppm) para eliminar la suciedad superficial y la carga microbiana. A continuación, se pelaron, se cortaron en trozos pequeños de 1cm de grosor y se colocaron en una bandeja, para llevar al horno por 20 min a 120 C° hasta su deshidratación. Los trozos de cúrcuma ya fríos se colocaron en un procesador marca Oster® (modelo 4190) hasta obtener un polvo fino al cual se le agregó la pimienta y fue empacado en bolsas plásticas hasta su utilización. Las semillas de chía fueron previamente hidratadas con una parte del agua.

La levadura se disolvió en una pequeña cantidad de agua tibia (38°C) y una pequeña cantidad de azúcar de manera de garantizar el crecimiento de las células. Para obtener el tomate seco, estos fueron lavados y cortado en trozos. Una vez limpios y sin semillas se condimentaron con orégano, albahaca y aceite de oliva, posteriormente se colocaron al horno por 8 horas a una temperatura de 60° – 70°C. Las almendras fueron trituradas para obtener trozos de menor tamaño, la manzana fue lavada y cortada en trozos pequeños.

Preparación de los productos de panadería salado y dulce

En primer lugar, se procedió al pesado de los ingredientes secos como la harina de trigo, harina de frijol, chía, cúrcuma en polvo, avena en hojuelas, levadura, sal, azúcar, almendras, manzanas, tomates secos y canela. De igual forma, se midieron los líquidos agua y aceite. Seguidamente, se mezclaron los ingredientes secos y a continuación los líquidos tomando en cuenta la fórmula de cada producto y sus respectivos controles. Luego se procedió al amasado dependiendo del tipo de amasado y los tiempos, la masa adquiere diferentes características, logrando al final un producto con aspecto físico y estructura interna diferentes debido al desarrollo de la red de gluten. Luego del amasado, se dejaron reposar cubriendo la masa de cada fórmula con un forro plástico.

A continuación, 200g de cada fórmula, se colocaron en moldes especiales y se llevaron al horno a una temperatura de 30°C por espacio de 20 minutos para permitir el crecimiento. Posterior a esto, los productos tipo pan se sacaron de este horno y se pasaron a otro, con mayor temperatura 180°C, por espacio de 40 minutos, para finalmente obtener el producto terminado. Por último, fueron retirados del horno; se dejaron enfriar a temperatura ambiente, se colocaron en bolsas plásticas especiales y fueron almacenados en un lugar fresco y seco para los análisis respectivos.

Análisis proximal

La composición proximal de la fórmula C fue analizada de acuerdo a la AOAC (AOAC). Humedad (método número 935.29); ceniza (método número 923.03); proteína (método macro-Kjeldahl N x 6.25, número 920.87) y lípidos (método Soxhlet, número 920.85). El porcentaje total de carbohidratos fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación: $100 - (\text{Proteína} + \text{grasa} + \text{fibra} + \text{ceniza})$. La energía calórica total fue estimada según la siguiente ecuación: $\text{Valor de energía} = (\text{Carbohidratos} \times 4 + \text{Proteína} \times 4 + \text{grasa} \times 9)$. El contenido total de polifenoles fue medido por el método de Folin-Ciocalteu.

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante una prueba de nivel de agrado, para los atributos: color, sabor, textura y aceptación global. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos no estructurada, con descriptivos en los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica me agrada no me agrada. Adicionalmente, esta escala contó con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al consumidor la colocación de un punto de indiferencia a la muestra y una pregunta dicotómica, en donde el encuestado marcó SI o NO para evaluar la aceptación.

Los puntos de la escala fueron los siguientes: 1= Me disgusta muchísimo; 2= Me disgusta mucho; 3= Me disgusta moderadamente; 4= Me disgusta un poco; 5= Me es indiferente; 6= Me gusta un poco; 7= Me gusta medianamente; 8= Me gusta mucho; 9= Me gusta muchísimo.

Un panel de 40 consumidores no entrenados de ambos sexos conformado por estudiantes con edades comprendidas entre 18 y 25 años, pertenecientes a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí manifestaron su “nivel de agrado” para cada atributo organoléptico. A cada panelista se le suministró una muestra de los productos (40g de cada producto) acompañado de un vaso de agua y un formulario con instrucciones detalladas.

El recinto donde se efectuó la prueba, se acondicionó para que los panelistas se ubicaran de forma separada en un ambiente cerrado y temperatura agradable. Previa a la evaluación de las muestras, los participantes fueron instruidos sobre el tipo de prueba y la forma de llenar los formularios. Posteriormente, la escala hedónica fue convertida en numérica transformando a centímetros la distancia entre los dos extremos, midiendo el punto de respuesta indicado por el consumidor.

Análisis microbiológico

Se pesaron asépticamente 11g (5,5 del producto salado y 5,5 del dulce) y se colocaron en un frasco homogeneizador estéril, las muestras fueron homogeneizadas por 2 minutos a alta velocidad después de la adición de 99 ml de agua peptonada al 0.1% (Oxoid, Basingstoke, UK). Alícuotas de 1ml de cada muestra fueron serialmente diluidas en 9 ml de agua peptonada al 0.1%. Siete diluciones seriadas fueron efectuadas, para su respectiva siembra. Placas Petrifilm 3M™ St Paul, Minn fueron utilizadas para determinar por duplicado aerobios mesofilos, coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras, estas placas fueron utilizadas siguiendo las instrucciones del fabricante. Los resultados de los recuentos bacterianos fueron expresados en log.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productos de panadería se encuentran entre los alimentos básicos más importantes que las personas consumen diariamente en todo el mundo. La tabla 3 muestra los resultados del análisis proximal de los productos de panadería dulce y salado formulados con harina de frijol, avena, chía y cúrcuma (PDF y PSF) y los controles dulce y salado solo con harina de trigo (CD y CS). De los datos que se muestran en la tabla, el análisis indicó que existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los contenidos de proteína en los productos esto debido a que el salado tiene mayor cantidad de harina de frijol y de trigo. Para el PDF fue de 7,97% y para el PSF de 8,24%, en comparación con los valores de los controles elaborados sólo con harina de trigo, CD 4,99% y 6,48% para CS.

Tabla 3. Valores promedios (g/100) de la composición química de los productos de panadería dulce y salado formulados con avena, frijol, chía y cúrcuma y sus controles.

Parámetro	PDF*	PSF*	CD*	CS*	Valor p*
Proteína	7,97±0,70 ^a	8,24±0,75 ^b	4,99±0,69 ^c	6,48±0,71 ^c	0,000
Grasas	8,28±0,25 ^a	5,63±0,22 ^b	9,43±0,07 ^c	10,08±0,10 ^d	0,000
Carbohidratos	28,25±2,91 ^{ab}	34,21±2,66 ^b	27,9±3,16 ^a	36,83±2,79 ^{ab}	0,015
Fibra cruda	4,75±0,14 ^a	4,53±0,18 ^a	0,01±0,13 ^b	0,01±0,12 ^b	0,000
Humedad	48,01±0,07 ^a	44,82±0,40 ^b	56,68±0,17 ^c	45,65±0,08 ^d	0,000
Cenizas	2,57±0,12 ^a	2,49±0,01 ^a	0,89±0,03 ^b	0,85±0,03 ^b	0,000
Polifenoles	185,14±5,12 ^a	183,23±9,14 ^a	3,82±2,02 ^b	4,41±2,08 ^c	0,000
Energía(Kcal/100g)	220,62±16,68 ^a	220,47±15,47 ^a	252,19±16,06 ^a	262,20±15,11 ^a	0,158

^{a, b, c, d} Valores con diferentes superíndices en la misma fila difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$). * PDF: producto dulce fortificado. PSF: salado fortificado. CD: control dulce. CS control salado.
Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

En relación al contenido de grasas, se observa que hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) mostrando valores para el PDF de 8,28± 0,25 y para el PSF de 5,63±0,22, en comparación con los valores presentados por el CD 9,43±0,07 y CS 10,08±0,10 aportados por el aceite utilizado en la preparación de los controles. Es importante mencionar, que el contenido de grasa de los productos dulce y salado formulado está representado en alto grado por ácidos grasos poliinsaturados alfa-linolénico (omega-3) aportados por la chía y por la avena. De allí, que no sólo tienen una función nutricional y sensorial como ocurre en los alimentos tradicionales, sino también una función fisiológica que busca proteger el estado de salud del consumidor.

Como puede observarse, el contenido de carbohidratos fue de 65,24±2,91 para el PDF y de

58,21±2,6 para el PSF, valores muy cercanos a los referidos por los controles. Cabe destacar, que el contenido de fibra presente en ambos productos formulados fue mayor, debido a su contenido en harina de frijol y otros ingredientes ricos en fibra como la chía y avena en hojuelas. En relación al contenido de humedad encontramos diferencias significativas para todos los productos ($p > 0,05$). El mayor contenido de humedad fue para el CD (56,68±0,17), y el menor valor para el PSF (44,82±0,40). Resulta pertinente destacar que posiblemente la humedad del PDF esté ligeramente incrementada por la adición de un 5% de manzana.

Los resultados obtenidos en el contenido de ceniza para el producto dulce fue de 2,57±0,12 y para el salado de 2,49±0,01, mientras que las muestras control mostraron valores promedio de 0,89 % para

el control dulce y 0,85% para el control salado, estos valores, probablemente permite determinar que ambos productos fortificados con harina de frijol, avena, chía y cúrcuma como una fuente de minerales como fósforo, magnesio, hierro y de vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico; mejorando así la calidad del producto.

Como era de esperarse, hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de polifenoles. Los resultados muestran que los productos de panade-

ría formulados con harina de frijol, avena, chía y cúrcuma alcanzaron valores muy superiores a los controles. Con valores de $185 \pm 5,12$ para el PDF y de $183,23 \pm 9,14$ para el PSF mientras que para el CD $3,82 \pm 2,02$ y para el CS de $4,41 \pm 2,08$ lo cual permite indicar que los productos desarrollados en este estudio presentan una significativa actividad antioxidante superior a los productos controles elaborados con harina de trigo.

Tabla 4. Análisis sensorial de los productos de panadería dulce y salado formulados con frijol, avena, chía y cúrcuma.

Característica	Valor PDF*	Valor PSF*
Color	$8,06 \pm 1,76$	$8,62 \pm 2,12$
Textura	$8,52 \pm 1,56$	$8,06 \pm 1,85$
Sabor	$8,88 \pm 1,28$	$8,08 \pm 1,45$

* Los resultados se expresan en valor \pm la desviación estándar 1= me disgusta mucho; 9= me gusta mucho. PDF: pan dulce fortificado. PSF: pan salado fortificado.

Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

En la tabla 6 se observan los resultados de la evaluación sensorial del producto a base de frijol, cúrcuma, avena y chía. En tal sentido, se evidenció una valoración positiva en todas las características

evaluadas. Los resultados obtenidos en la prueba sensorial muestran un promedio del nivel de agrado con respecto a los atributos color, textura y sabor en la opción 8 que corresponde a “me gusta mucho”.

Tabla 5. Aceptabilidad general de los productos formulados salado y dulce

Respuestas	PDF		PSF	
	N	%	N	%
Si	40	100	39	96,97
No	-	-	1	3,03

Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

Los resultados de la prueba de aceptabilidad general se aprecian en la tabla 5, se observa que para el producto dulce el 100% lo aceptó y para el salado 96,97%. Las puntuaciones para todos los atributos evaluados fueron superiores a 8, que corresponde a “me gusta mucho” y el índice de aceptabilidad general fue superior al 96%.

La muy buena aceptación por parte de los consumidores indica que el aporte de otros ingredientes en estos productos no afectó la característica sensorial, demostrando que la mezcla propuesta a base de avena, frijol, chía y cúrcuma permite obtener productos de buena calidad nutricional y aceptabilidad. Una valoración sensorial diferente se describió en un estudio con bizcochos a base de harina integral y salvado de avena (Jiménez et al. 2017), donde se obtuvo un porcentaje de aceptabilidad entre la categoría “me gusta moderadamente” y “me gusta un poco”

A su vez, en el estudio de palitos de pan a base de harina de haba y cúrcuma (Polo, 2022), se obtuvieron resultados parecidos en la evaluación sensorial que corresponden a las categorías “me gusta medianamente” y “me gusta mucho”. Los resultados de la evaluación sensorial fueron parcialmente consistentes con estudios previos. Steffolani et al. 2015 encontraron que el uso de semillas de chía y semillas de chía prehidratadas en formulaciones de pan proporcionó una mejor aceptabilidad del producto que el uso de harina de chía sin tratamiento previo. Sin embargo, las respuestas obtenidas por Coelho y Salas-Mellado (2015) en la evaluación sensorial variaron de “me gustó moderadamente” a “me gustó mucho” para un pan con agregado de semillas y harina de chía.

Evaluación microbiológica

Tabla 6. Valores promedios (log ufc/ml) de aerobios (RTA), coliformes totales (CT), E. coli y hongos y levaduras (HL) en los productos de panadería.

Días de almacenamiento	RTA	CT	E.C	HL
0	2,01 ^a ± 0,04	<1	<1	<1
1	2,11 ^b ± 0,03	<1	<1	<1
2	2,25 ^b ± 0,03	<1	<1	1,30 ^a ± 0,04
3	2,99 ^c ± 0,02	<1	<1	1,34 ^b ± 0,03
4	3,33 ^c ± 0,02	<1	<1	1,54 ^b ± 0,03
5	5,10 ^c ± 0,02	<1	<1	3,40 ^c ± 0,02

a, b, c: Medias con diferentes superíndices dentro de una misma columna difieren significativamente.

Fuente: Zambrano, Zavala, Rodríguez y Babosa (2024)

La tabla 6 muestra los resultados de la evaluación microbiológica de los productos en las condiciones evaluadas durante su almacenamiento. El recuento inicial de células viables totales fue de $2,01 \pm 0,04$ log ufc/g, para el día 0, ausencia de hongos y levaduras, coliformes y *E. coli*, siendo estos valores relativamente bajos, lo cual revela que se utilizaron buenas prácticas higiénicas esenciales para garantizar la calidad del producto.

Estos valores aumentaron durante el almacenamiento; alcanzando en el quinto día, valores de $5,10 \pm 0,02$ log UFC/g para aeróbicos y $3,40 \pm 0,02$ log UFC/g para hongos y levaduras. Esto ayudó a establecer la vida útil del producto, que se puede estimar en 4 días ya que no se utilizó ningún tipo de conservante. Los resultados de esta investigación se interpretaron en base a los criterios establecidos para la evaluación microbiológica de la calidad de alimentos servidos en comedores (Curtis et al. 2000).

Los productos de panadería son productos perecederos que requieren una intervención adecuada para evitar su deterioro y prolongar su vida útil, y muy especialmente, evitar el crecimiento de microorganismos patógenos (Umaraw et al. 2020). Los resultados obtenidos en la investigación difieren de otros estudios donde se utilizaron conservadores como sorbato de potasio y natamicina. Tal es el caso de, Meza y Ríos (2020) quienes determinaron 18 días como la vida útil de un pan de molde integral utilizado natamicina por aspersión. San Lucas, (2012) determinó 28 días de estabilidad microbiológica de un pan recubierto con antimicrobianos naturales. Por su parte, Saranraj y Sivasakthivelan (2016) evaluaron hasta 10 días la vida de anaquel de panificados artesanales utilizando esencia de clavo de olor.

CONCLUSIONES

- La incorporación de avena, chíá, harina de frijol y cúrcuma en la formulación, permitió obtener productos de panadería fortificados dulce y salado de alto valor nutritivo como fuente de proteínas, grasa, carbohidratos, fibra, y energía calórica permitiendo de esta manera aportar un valor agregado con respecto al pan tradicional.
- Las puntuaciones para todos los atributos evaluados corresponde a “me gusta mucho” y el índice de aceptabilidad general fue superior al 96%. La muy buena aceptación por parte de los consumidores indica que el aporte de otros ingredientes en estos productos no afectó la característica sensorial, demostrando que la mezcla propuesta a base de avena, frijol, chíá y cúrcuma permite obtener productos de buena calidad nutricional y aceptabilidad.
- La vida útil de los productos formulados se estableció en 4 días ya que no se utilizó ningún tipo de conservante.
- Debido a su aceptabilidad, inocuidad y valor nutritivo podría ser utilizado como un producto potencialmente funcional para resolver problemas nutricionales y de salud que afectan a la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed A., Eid Z., Mahmoud H., Abdulmajeed F., Ahmed M., Hussain A., Abdulrahman A., Mohammed A., Salah M., Sultan K. (2021). The Impact of addition oats (*Avena sativa*) and cinnamon on cookies and their biological effects on rats treat-

- ted with cirrhosis by CCL4. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28: 7142–7151. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.010>.
- AOAC International. *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22nd ed.). Oxford University Press: Oxford, UK, 2023.
- Coelho S., & Salas-Mellado M. (2015). Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT – Food Science and Technology*, 60: 729–736.
- Curtis M., Franceschi O., Castro N. (2000). Determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en comedores de empresas privadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50: 177-182.
- Costa Borges V., Sibeles Santos F., Eleonora Z., Haros C., Hernández C., Guerra R., Salas-Mellado M. (2021). Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispanica* L). *Food Bioscience*, 43: 101294. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101294>.
- Fernandes S., Tonato D., Mazutti M. A., de Abreu, R., da Costa Cabrera D., D'oca C., Salas-Mellado M. (2019). Yield and quality of chia oil extracted via different methods. *Journal of Food Engineering*, 262: 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.06.019>.
- Fernandes S., & Salas-Mellado M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*, 227: 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>.
- Grundy M.M., Fardet A., Tosh S.M., Rich G.T., Wilde P.J. (2018). “Processing of oat: the impact on oat’s cholesterol lowering effect”. *Food Function*, 9 (3): 1328-1343.
- Gupta S.C., Patchva S., Koh W., Aggarwal B.B. (2012). “Discovery of curcumin, a component of golden spice, and its miraculous biological activities”. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 39 (3): 283-99.
- Hall C., Hillen C., Garden R J. (2017). Composition, nutritional value, and health benefits of pulses. *Cereal Chem Journal*, 94:11- 31.
- Herranz B., Canet W., Jiménez M. J., Fuentes R., Alvarez, M. D. (2016). Characterisation of chickpea flour-based gluten-free batters and muffins with added biopolymers: rheological, physical and sensory properties. *International. J. Food Sci. & Technol*, 10.1111/ijfs.13092.
- Hewlings S.J., Kalman D.S. (2017). “Curcumin: A Review of Its Effects on Human Health”. *Foods*, 6 (10): 92.-94.
- Jiménez M.J., Margalef M., Marrupe S.M. (2017). “Formulación y caracterización sensorial de bizcochos artesanales saludables”. *Diaeta*, 35 (158): 23-32.
- Karthikeyan A., Senthil N., Min T. (2020). Nanocurcumin: A Promising Candidate for Therapeutic Applications. *Front Pharmacol*, 11: 487. 10.3389/fphar.2020.00487.
- Kheira M., Boumediene M., Aicha T.T., Pascal S. (2023). Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activity of *Curcuma longa* L. Essential Oils. *Egypt J Chem*, 66(7): 283-295. 10.21608/EJCHEM.2022.121586.5555.
- Kocaadam B., Sanlier N. (2017). “Curcumin, an Active Component of Turmeric (*Curcuma longa*), and Its Effects on Health”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57: 2889-2895.
- Kulkarni S., Dhir A. (2010). “An overview of curcumin in neurological disorders”. *Indian Journal Pharmaci Science*, 72 (2): 149-54.
- Martirosyan D., Lampert T., Lee M. (2022). “A comprehensive review on the role of food bioactive compounds in functional food science”. *Functional Food Science*, 3 (2): 64-79. <https://doi.org/10.31989/ffs.v2i3.906>
- Martins Z.E., Pinho O., Ferreira I. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends Food Sci Technol*, 67: 106-128. 10.1016/j.tifs.2017.07.003.
- Mengyan Q., Donghong L., Xinhui Z., Zhongping Y., Balarabe B., Xingqian Y., Mingming G. (2021). A review of active packaging in bakery products: Applications and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 114:459-471. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.009>.
- Meza Velázquez D., Ríos Duarte L. (2020). Evaluación de la estabilidad microbiológica del pan de molde integral mediante el uso de natamicina. *Revista. Social Scientific. Parag*, 25(2):144-154. . <https://doi.org/10.32480/rscp.2020.25.2.144>
- Mhaske D., Sreedharan S., Mahadik K. (2018). “Role of Piperine as an Effective Bioenhancer in Drug Absorption”. *Pharmaceutica Analytica Acta*, 9 (7): 1-4.
- Mohanty I., Arya D.S., Gupta S.K. (2006). “Effect of *Curcuma longa* and *Ocimum sanctum* on myocardial apoptosis in experimentally induced myocardial ischemic-reperfusion injury”. *BMC Complement Altern Med*, 6 (3): 1-5.
- Musazadeh V., Fatemeh G., Faghfour A., Shadbad M., Keramati M., Moridpour A., Zeynab K., Elnaz F. (2022). Curcumin supplementation contributes

- to relieving anthropometric and glycemic indices, as an adjunct therapy: A meta-research review of meta-analyses. *Journal of Functional Foods*, 99: 105357. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105357>.
- Polo Zavala S. (2022). "Formulación y evaluación de palitos de pan con harina de haba (*Vicia faba* L.), Cúrcuma (*Cúrcuma longa* L.) y aceite de sacha. *Revista científica de biología y conservación*, 2 (3): 23-32. [10.58720/ibs.v2i3.47](https://doi.org/10.58720/ibs.v2i3.47).
- Ramos S., Figueroa J., Ve les-Medina J., Salazar R. (2017) Physicochemical properties of nixtamalized black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Chemistry*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.156>.
- Rodríguez M., Lacerda Sanches V., Martins S., Rostagno M., Capitan C. (2023). Vegan brownie enriched with phenolic compounds obtained from a chia (*Salvia hispanica* L.) coproduct: Nutritional, technological, and functional characteristics and sensory acceptance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 34: 100835. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs>.
- Sahne F., Mohammadi M., Najafpour D., Moghadamnia A. (2017). "Enzyme-assisted ionic liquid extraction of bioactive compound from turmeric (*Curcuma longa* L.): Isolation, purification and analysis of curcumin". *Industrial Crops and Products*, 95: 686-694.
- San Lucas C. (2012). Uso de natamicina en pan de molde sin corteza para aumentar el tiempo de vida útil. Guayaquil, <https://www.researchgate.net/publication/272021710>.
- Saranraj P., Sivasakthivelan A. (2016). Spoilage of bread and its control measures. Tamil Nadu: Chapter 7. Taylor & Francis Group
- Silva De Paula N., Gomes D., Ferreira H., De Souza R., Rocha S., Duarte H. (2013). Characterization of cereal bars enriched with dietary fiber and omega 3. Department of Nutrition and Health, University Campus, Federal University of Viçosa (UFV). MG, Brasil. *Revista Chilena de Nutrición*, 40 (3): 269-273.
- Steffolani E., Martinez M., Le E., Gomez M. (2015). Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. *LWT – Food Science and Technology*, 61(2): 401–406.
- Umaraw P., Munekata S., Verma K., Barba J., Singh P., Kumar P. (2020). Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. *Trends in Food Science & Technology*, 98: 10–24.
- Webster F., Wood P. (2010). "OATS: Chemistry and Technology". Segunda edición. Coleraine, United Kingdom. Editorial AACC International, p. 95-107.
- Wang YJ., Pan M H., Cheng AL., Lin LI., Ho YS., Hsieh CY., Lin JK. (1997) "Stability of curcumin in buffer solutions and characterization of its degradation products". *Journal Pharm Biomed Anal*, 15 (12): 1867-1876.
- Zia-ud D., Mukhtar A., Hidayat U., Dean S., Bin X., Haiteng L., Chaogeng X. (2021). Nutritional, phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica* L.). A mini-review. *Food Hydrocolloids for Health*, 1: 100010. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2021.100010>