



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

REDIELUZ

Sembrando la investigación estudiantil

Vol. 14 N° 1

Enero - Junio 2024



ISSN: 2244-7334
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia
Vicerrectorado Académico

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PRODUCTOS DE PANADERÍA ELABORADOS CON AVENA, CHÍA, FRIJOL Y CÚRCUMA

Nutritional characteristics and antioxidant capacity of bakery products made with oats, chia, beans and turmeric

Dolores Zambrano¹, Yasmína Barboza², Elizabeth Menéndez¹, María Tapia¹

Universidad Laica Eloy Alfaro, de Manabí. Ecuador.¹ Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición y Dietética.
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela²
ORCID: 0000-0001-63518454
dotrizac@hotmail.com

RESUMEN

El desarrollo de nuevos productos de calidad es un reto constante para la industria alimentaria. Por esta razón, el propósito de esta investigación fue determinar las características nutricionales y capacidad antioxidante de productos de panadería elaborados 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, cenizas, polifenoles y capacidad antioxidante. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de proteína, humedad, grasa, fibra y polifenoles entre los productos formulados y sus controles. El producto de panadería dulce (PDF) formula-do contiene 7,97% de proteína, 8,28% de grasa, 28,25% de carbohidratos, 4,75% de fibra, 2,57% de cenizas, 185,14% de polifenoles y una capacidad antioxidante de 8458,31 $\mu\text{molTE}/100$ g. El producto salado presenta valores de 8,24% de proteína, 5,63% de grasa, 34,21% de carbohidratos, 4,53% de fibra, 2,49% de cenizas, 183,23% de polifenoles y una capacidad antioxidante de 6306 $\mu\text{molTE}/100$ g. En conclusión, debido a su valor nutritivo, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante podría ser utilizado como alternativa para resolver problemas nutricionales y de salud que afectan a la población.

Palabras clave: Avena; Chía; Frijol; Cúrcuma; Producto de Panadería.

ABSTRACT

The development of novel foods is a constant challenge for scientific research. For this reason, the purpose of this research was to determine the nutritional characteristics and antioxidant capacity of bakery products made with oats (*Avena sativa* L.), chia (*Salvia hispánica* L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and turmeric (*Curcuma longa*). Products were analyzed to determine in triplicate, the content of proteins, fat, carbohydrates, fiber, moisture, ash, polyphenols and antioxidant capacity. The results showed significant differences ($p > 0.05$) in protein, moisture, fat, fiber, and polyphenol content between the formulated products and their controls. The formulated sweet bakery product (PDF) contains 7.97% protein, 8.28% fat, 28.25% carbohydrates, 4.75% fiber, 2.57% ash, 185.14% polyphenols, and an antioxidant capacity of 8458.31 $\mu\text{molTE}/100$ g. The salty product has values of 8.24% protein, 5.63% fat, 34.21% carbohydrates, 4.53% fiber, 2.49% ash, 183.23% polyphenols and an antioxidant capacity of 6306 $\mu\text{molTE}/100$ g. In conclusion, due to its nutritional value, polyphenol content and antioxidant capacity, it could be used as an alternative to solve nutritional and health problems that affect the population.

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

Recibido: 05-12-2023 Aprobado: 26-01-2024

INTRODUCCIÓN

Las tendencias modernas en el área de tecnología de alimentos se enfocan en el desarrollo de productos de consumo masivo con características que promuevan un óptimo estado de salud, con el aporte de nutrientes necesarios para satisfacer las necesidades básicas del consumidor. En efecto, la creciente búsqueda de una dieta saludable ha impulsado el desarrollo de nuevos alimentos con propiedades funcionales, particularmente fuente de compuestos bioactivos (Banwo et al., 2021).

En este sentido, continuamente se está investigando sobre nuevos alimentos que puedan evitar la incidencia de enfermedades crónicas como, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer y osteoporosis. Estas enfermedades, aunque prevenibles en la mayoría de los casos, son actualmente la causa más común de muerte tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Los principales desencadenantes de estas enfermedades crónicas son el daño oxidativo y los procesos inflamatorios asociados. (Socaci et al., 2022).

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 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 fitoquímicos como el ácido cafeico y clorogénico, que tienen actividad antioxidante contra el estrés oxidativo (Zia-ud et al., 2021). 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 inflamato-

rias, actuando en la prevención de enfermedades cardiovasculares y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular y neurotransmisores (Fernández et al., 2019).

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).

Las legumbres como el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) son un alimento básico nutritivo de las dietas de todo el mundo. Son una fuente económica de proteínas, vitaminas, carbohidratos complejos, fibra y varios fitoquímicos (Caprioliet al., 2016; FAO, 2016). Su alto valor nutricional y su bajo costo las convirtieron en una fuente interesante de compuestos bioactivos como los fitoquímicos (Sánchez-Villegas et al., 2018). Además, las legumbres son ricas en vitaminas como ácido fólico, tiamina (B1), riboflavina (B2) y niacina (B3) y minerales como potasio, calcio, magnesio, fósforo y hierro (Venkidasamy, et al., 2019).

En lo que respecta a la cúrcuma (*Curcuma longa*), es una planta herbácea perenne rizomatosa perteneciente a la familia Zingiberaceae (Tung et al., 2019). Sirve como agente aromatizante natural que afecta fuertemente el color, el sabor y la naturaleza de los alimentos (Kocaadam y Şanlıer, 2017). Entre los más de 100 compuestos químicos que se encuentran en esta hierba, la curcumina, es un polifenol hidrófobo que proviene del rizoma de la cúrcuma, y 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. (Hewlings y Kalman, 2017).

Debido a su baja disponibilidad, 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 y es utilizada para mejorar la absorción de fármacos (Mhaske et al., 2018; Setyaningsih et al., 2021). Se cree que esta estrategia es útil para ser aplicada a la curcumina. Por lo tanto, la formulación que se propone está basada en la combinación de *C. longa* y *P. nigrum* para mejorar la biodisponibilidad de la curcumina.

En tal sentido, la avena, chíá, frijol y cúrcuma pueden ser utilizados para formular productos con características definidas y consistentes y posibles propiedades beneficiosas para la salud. En virtud de las ideas expuestas, el propósito de esta investigación fue determinar las características nutricionales y capacidad antioxidante de productos de panadería formulados con avena, chíá, frijol y cúrcuma, que a su vez puedan contribuir a la prevención y recuperación de ciertas enfermedades.

METODOLOGÍA

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 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, Barboza (2023)

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

INGREDIENTES	Formula A	Formula B	Formula 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, Barboza (2023)

Procesamiento de los ingredientes

Para obtener la harina de frijol, los granos fueron sometidos a un proceso de limpieza. Luego, se cocinaron en agua a fuego lento durante 15 minutos se retiraron y se dejó enfriar. Posterior a ello, los frijoles limpios semi-cocidos, se secaron en horno a 80° 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 preparación 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 empaquetado 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 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

trituras 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 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.

Composición Proximal

Para determinar la humedad se utilizó el método gravimétrico por desecación en estufa (marca Lab – line instruments INC Modelo N° 3516M) CO-

VENIN 1194). El contenido de cenizas se realizó mediante el procedimiento de incineración (AOAC) descrito en las normas venezolanas COVENIN 1155. La determinación de proteínas se efectuó a través del método Macro de Kjeldahl (COVENIN 1195). Se utilizó el método de extracto etéreo de Soxhlet (COVENIN 1219), para establecer el contenido de grasa. La fibra se determinó mediante el método de Weede (COVENIN 1194). El contenido de carbohidratos fue calculado por la diferencia entre sólidos totales y el valor resultante de la sumatoria del contenido de proteínas, grasas y cenizas, humedad y fibra. Las calorías totales se determinaron utilizando los lineamientos de Livesey (1995) el cual calcula de manera empírica el contenido de calorías en los alimentos.

Los polifenoles se determinaron por colorimetría por el método de Folin-Ciocalteu (Ame-rine y Ought, 1976). La capacidad antioxidante de los productos fue calculada utilizando la base de datos para la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) de alimentos seleccionados del departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA 2010), con la cual se estimó la capacidad antioxidante de la cúrcuma, avena, canela, manzana y tomates secos para las semillas de chía, se utilizó como patrón de referencia el estudio de Marineli y col. (2014) mediante el ensayo ORAC.

Análisis estadístico de los datos

Los resultados se presentan como el valor promedio más o menos (\pm) la desviación estándar. Los datos se procesaron mediante el análisis de varian-za de una sola vía (ANOVA). Se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias. En todos los análisis se utilizó el programa computarizado SPSS con soporte técnico de Windows versión 20.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 3 muestra los resultados del análisis proximal de los productos de panadería dulce y sa-lado formulados con avena, chía, frijol 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 conteni-dos 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 solo con harina de trigo, CD 4,99% y 6,48% para CS.

Zambrano et al. (2013), muestran un contenido de proteínas similar de $12,54\pm 0,05$ en barras a base de frijol y avena. Sin embargo, Soler et al. (2017) obtuvieron valores muy superiores que oscilaron entre 19 y 23% en galletas elaboradas con sustitu-ción parcial de la harina de trigo por harina de frijol y sorgo. De igual forma, Jeyanthi et al. (2016), es-tudiaron los parámetros nutricionales de cupcake, fortificados con diferentes proporciones de harina de maíz, avena, maní y soja reportando valores que fluctuaron entre 10,4 hasta un 24%. Se observa cla-ramente que los estudios donde se utilizó harina de frijol el contenido de proteína fue mayor.

Por otro lado, Costa Borges et al. (2021) señalan que la adición de harina de chía en un pan libre de gluten elaborado con harina de arroz proporciona un aumento significativo en el contenido de proteí-na mejorando su calidad nutricional. Sin embargo, estos valores difieren de los obtenidos en palitos de pan elaborados con harina de trigo y cúrcuma, los cuales apenas alcanzaron un contenido de 2,50% (Polo Zavala 2022).

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

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

En relación al contenido de grasas, se observa que hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) mostrando valores para el PDF de $8,28 \pm 0,25$ y para el PSF de $5,63 \pm 0,22$, en comparación con los valores presentados por el CD $9,43 \pm 0,07$ y CS $10,08 \pm 0,10$ 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 formulados 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.

Por otro lado, los productos formulados muestran una cantidad importante de fibra ($4,75 \pm 0,14$ - $4,53 \pm 0,18$) en comparación con sus controles y con otros estudios de productos horneados como es el caso de bizcochos de cúrcuma y harina de trigo con un contenido de fibra que oscila entre 1,2 y 2,3% (Lim et al., (2010).

El aporte de fibra de los productos se atribuye a la utilización de avena en hojuelas, frijol y semillas de chía, que son fuentes importantes de fibra soluble. Por una parte, la avena es rica en betaglucanos (1,8 - 5,5%), un tipo de fibra que se ha estudiado por sus efectos positivos en la reducción del colesterol sanguíneo (Aparicio y Ortega 2016), mientras que, las semillas de chía son ricas en mucílagos hidrocoloides con capacidad de formar geles en el tracto digestivo, prolongando la sensación de saciedad, mejorando el tránsito intestinal, también, se presume que reduce los niveles de glicemia post-prandial (Sneh y Sanju, 2019).

En relación a, los valores de humedad observados, ($48,01 \pm 0,07$ - $44,82 \pm 0,40$) esto puede ser atribuido a la utilización de la chía y su capacidad de retención de agua. Huerta et al., (2018), al reemplazar parte de la metilcelulosa por harina de chía en un pan sin gluten, encontraron un aumento en el contenido de humedad.

Resultados similares a los valores de ceniza del presente estudio se reportaron en el estudio de Santos y Salas (2017). Los valores obtenidos en la presente investigación permiten asumir que, probablemente ambos productos de panadería elaborados con avena, frijol, chía y cúrcuma son una fuente de minerales como fósforo, magnesio, hierro y zinc; mejorando así la calidad del producto. Esto se concluye partiendo de las opiniones refe-

ridas por Salas y Haros (2016), quienes señalan que estos minerales no se encontrarían disponible en su totalidad en panes elaborados con 100% de harina de trigo, por tanto sería más recomendable el consumo de productos de panadería fortificados.

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

Por una parte, la cúrcuma contiene compuestos fenólicos llamados "curcuminoides", principalmente la curcumina, la cual se ha estudiado por su capacidad antioxidante, antiinflamatoria y su acción contra distintas enfermedades (Omonte et al., 2022), mientras que la avena, posee un alto contenido de aventramidas, ácido ferúlico, ácido cafeico y ácido sinápico (Paudel et al., 2021).

Cabe agregar, que el principal grupo de compuestos polifenólicos que se encuentra en las semillas son los ácidos fenólicos, incluido el ácido rosmarínico, el ácido cafeico, el ácido clorogénico, el ácido ferúlico, ácido p-cumárico y ácido gálico, así como, flavonoides, incluyendo el ácido cinámico, apigenina, kaempferol, quercetina y rutósido (Martínez y Paredes., 2014, Pellegrini et al., 2018).

Al lado de esto, tenemos que la manzana (*Malus spp*), incluida en la formulación del producto dulce, contiene altos niveles de polifenoles incluyendo quercetina, catequina, epicatequina, faloridzina y ácido clorogénico, todos los cuales son poderosos antioxidantes que tienen efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes o cáncer entre otras (Shih-Hsin et al., 2017). De igual forma, en la canela se encuentra el eugenol, el ácido cinámico, la cumarina y el cinamaldehído que tienen funciones en muchas actividades biológicas como antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, antidiabética y antiinflamatoria (Zaidi et al., 2015).

Adicionalmente, los compuestos bioactivos del tomate seco incluido en el producto salado aportan un valor nutricional extra. La mejor fuente de licopeno, son los productos concentrados de tomate como la pasta de tomate, tomates secos y salsa de

tomate. Esto debido a que, el procesamiento industrial intensifica su poder antioxidante, especialmente porque es capaz de liberarlo de la matriz alimenticia y porque lo hace más biodisponible (Tomas et al., 2017).

Capacidad antioxidante

Asimismo, los productos formulados mostraron una significativa capacidad antioxidante de 8458,31 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ para el producto dulce y 6306,11 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ para el producto salado. La capacidad antioxidante se utiliza para referirse a la capacidad de los compuestos de reaccionar con los radicales libres, también se describe como la capacidad de inhibir los procesos de oxidación. Las especies reactivas de oxígeno (ROS) causan una amplia gama de patologías y están implicadas en muchas enfermedades potencialmente mortales, incluidos cánceres, enfermedades cardiovasculares y trastornos neurológicos (Briegera et al., 2012). El consumo de alimentos ricos en antioxidantes se asocia con la reducción del riesgo de enfermedades y la protección preventiva (Wannamethee et al., 2006).

Según se ha citado, los estudios muestran que el efecto del consumo individual de frutas y verduras sobre el potencial antioxidante total del cuerpo humano no es una simple relación de concentración individual de antioxidantes, sino probablemente depende de la acción sinérgica y la interacción mutua entre moléculas de diferentes antioxidantes presentes en los alimentos (Jizi et al., 2023) como es el caso de los productos dulce y salado formulados donde intervienen diferentes antioxidantes.

Tabla 4. Capacidad antioxidante del producto dulce formulado con avena, frijol, chíá y cúrcuma.

Ingrediente	Valor
Frijol	106,40 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Cúrcuma	4778,31 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Avena	216,9 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Almendra	213,75 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Chía	1047,5 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ *
Canela	1872,75 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Manzana	222,70 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Total	8458,31 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$

**Valor expresado en μmol de equivalentes Trolox por 100 gramos ($\mu\text{molTE}/100\text{g}$). Fuente: USDA database for the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods. 2010. * Marineli y col., 2014.

Tabla 5. Capacidad antioxidante del producto salado formulado con avena, frijol, chíá y cúrcuma.

Ingrediente	Valor
Cúrcuma	4778,31 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Avena	216,9 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Frijol	152 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Chía	1047,5 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ *
Tomates secos	111,40 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ **
Total	6306,11 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$

**Valor expresado en μmol de equivalentes Trolox por 100 gramos ($\mu\text{molTE}/100\text{g}$). Fuente: USDA database for the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods. 2010. * Marineli y col., 2014.

La tabla 4 y 5 muestran la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) de los productos dulce y salado fortificados reportado en μmol de equivalentes Trolox por 100 gramos ($\mu\text{molTE}/100\text{g}$). Esta medida se considera una medida de la actividad antioxidante total en un producto alimenticio específico que resulta de la presencia de una serie de compuestos químicos en los alimentos que actúan como antioxidantes. Para el PDF fue de 8458,31 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ y para el PSF de 6306,11 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$.

CONCLUSIONES

La incorporación de avena, chíá, harina de frijol y cúrcuma en la formulación, permitió obtener productos de panadería dulce y salado (PDF y PSF) de alto valor nutritivo como fuente de proteínas, grasas, carbohidratos, fibra y polifenoles, permitiendo de esta manera aportar un valor agregado con respecto al pan tradicional.

Debido a su valor nutritivo, contenido de polifenoles superior a los controles y capacidad antioxidante podría ser utilizado como un producto potencialmente funcional para resolver problemas nutricionales y de salud que afectan a la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amerine M., Ough. (1976). "Análisis de vino y mostos". Zaragoza, España. Editorial Acribia. p. 90-91.
- Aparicio A., Ortega R. (2016) Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión. Revista Española Nutrición Humana y Dietética, Vol. (20) 2: 127 - 139.

- Banwo K., Olojede A., Dahunsi A., Verma D., Thakur M., Tripathy S., Singh S., Patel A., Gupta A., Aquilar C., Utama G. (2021). Functional importance of bioactive compounds of foods with potential health benefits: A review on recent trends. *Food Bioscience*, 43:101320. <https://doi.org/k43c>.
- Briegera, K., Schiavonea, S., Miller, F. J., Jr., & Krausea, K. H. (2012). Reactive oxygen species: From health to disease. *Swiss Medical Weekly*, 142: w13659.
- Caprioli G., Giusti F., Ballini R., Sagratini G., Vila-Donat P., Vittori S. (2016). Lipid nutritional value of legumes: Evaluation of different extraction methods and determination of fatty acid composition. *Food Chemistry*, 192: 965–971.
- Costa Borges V., Sibebe S., Zavareze E., Haros M., Hernández C., Guerra A., 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>.
- FAO, Food and Agriculture Organization. International year of pulses. (2016). <http://www.fao.org/pulses-2016/about/en/>. Accessed 04.12.19.
- Fernandes S., Tonato D., Mazutti M., de Abreu B., 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>.
- Grundy M., Fardet A., Tosh S., Rich G., Wilde P. (2018). "Processing of oat: the impact on oat's cholesterol lowering effect". *Food Functional*, 9 (3): 1328-1343.
- Hewlings S., Kalman D. (2017). "Curcumin: A Review of It's Effects on Human Health". *Foods*, 6 (10): 92-98.
- Huerta K., Soquetta M., Alves J., Stefanello R., Kubota E., Rosa C. (2018). Effect of flour chia (*Salvia hispanica* L.) as a partial substitute gum in gluten free breads. *International Food Research Journal*, 25: 755–761.
- Jeyanthi R., Candace S., Sharmila D. (2016). Fortification of Cupcakes with Cereals and Pulses. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*, 3 (3):1-6.
- Jizi M., Xuerong J., Yaqian X., Min P., Jingjing C., Xinfeng Liu., Gelin X. (2023). Association between dietary antioxidant capacity and atherosclerotic carotid stenosis in patients with ischemic stroke. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*, 32 (8): 107148. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107148>.
- 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.
- Lim H., Ghafoor K., Park S., Hwang S., Park J. (2010). "Quality and antioxidant properties of yellow layer cake containing Korean turmeric (*Curcuma longa* L.) Powder". *Journal of Food and Nutrition Research*, 49 (3): 123-133.
- Livesey G. (1995). Metabolizable energy of macronutrients. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62: 1135-1142.
- Marineli R., Moraes A., Lenquiste S., Godoy A., Eberlin M., Maróstica M. (2014). "Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil *Salvia hispanica* L.)". *LWT - Food Science and Technology*, 59 (2): 1304–1310.
- Martinez C., Paredes L. (2014). Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultrahigh performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 1346: 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.04.007>.
- 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>
- Mhaske D., Sreedharan S., Mahadik K., (2018). "Role of Piperine as an Effective Bioenhancer in Drug Absorption". *Pharmaceutica Analytica Acta*, 9, (7): 1-4.
- 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>.
- 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>
- Norma Venezolana COVENIN 1156. (1979). "Determinación de humedad". COVENIN 1155. Determinación de cenizas". COVENIN 1195. (1980). Determinación de nitrógeno. Método de Kjeldahl". COVENIN 1219. Determinación de grasa total". COVENIN 1194. (2019). Determinación de fibra cruda". Caracas, Venezuela.
- Omonte L., Bustamante Z. (2022). "Actividad Antioxidante, Antibacteriana y Citostática de Extractos de Cúrcuma (Cúrcuma Longa)". *Gaceta Medica Bolivariana*, 45 (1): 12-16. DOI:10.47993/gmb.v45i1.323.
- Paudel D., Dhungana B., Caffè M., Padmanaban K. (2021) "A Review of Health-Beneficial Properties of Oats". *Foods*, 10 (11): 2591-2598. [10.3390/foods10112591](https://doi.org/10.3390/foods10112591)
- Pellegrini M., Lucas-González R., Sayas-Barbera E., Fernández J., Pérez Álvarez J., Viuda-Martos M. (2018). Bioaccessibility of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(1), 47–53. <https://doi.org/10.1007/s11130-017-0649-7>.
- 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., Velles-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](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.156).
- Salas M., Haros M. (2016). Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16: 29-44.
- Sánchez-Villegas A., Sánchez-Tainta A., Murphy J., Marques-Lopes I. (2018). Cereals and Legumes. The Prevention of Cardiovascular Disease through the Mediterranean Diet, 111–132. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811259-5.00007-X>
- Santos S., Salas M. (2017). "Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes" *Food Chemistry*, 227: 237-244.
- Setyaningsih D., Santoso Y., Hartini Y., Murti Y., Wouter L., Hinrichs P. (2021). Isocratic high-performance liquid chromatography (HPLC) for simultaneous quantification of curcumin and piperine in a microparticle formulation containing *Curcuma longa* and *Piper nigrum*. *Heliyon*, 7: e06541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06541>.
- Shih-Hsin T., Li-Ching C., Yuan-Soon H. (2017). An apple a day to prevent cancer formation: Reducing cancer risk with flavonoids. *J Food and Drug Analysis*, 25: 119-124.
- Sneh Punia., Sanju Dhull. (2019). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) mucilage (a heteropolysaccharide): Functional, thermal, rheological behaviour and its utilization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.205>
- Socaci S., Farcas A., Dîlf O., Diaconeasa M., Fogarasi M. (2022). Health-promoting activities and bioavailability of bioactive compounds from functional foods. Current advances for development of functional foods modulating inflammation and oxidative stress. Chapter 2: 17-31
- Soler N., Castillo O., Rodríguez G., Perales A., Gonzales A. (2017). Análisis proximal de textura, y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*, 67 (3): 227-234.
- Tomas M., Beekwilder J., Hall R., Sagdic O., Boyacioglu D., Capanoglu E. (2017). Industrial Processing Versus Home Processing of Tomato Sauce: Effects on Phenolics, Flavonoids and *in vitro* Bioaccessibility of Antioxidants. *Food Chemistry*, 220: 51-58.
- Tung B., Nham, N., Hai D. (2019). Curcuma longa, the polyphenolic curcumin compound and pharmacological effects on liver, Diet. *Intervent. Liver Dis*, 9: 125–134.
- Venkidasamy B., Selvaraj D., Nile S., Ramalingam S., Kai G., Nile S H. (2019) Indian pulses: A review on nutritional, functional and biochemical properties with future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 88: 228–242. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.012>.
- Wannamethee G., Lowe G., Rumley A., Bruckdorfer R., Whincup P. (2006). Associations of vitamin C status, fruit and vegetable intakes, and markers of inflammation and hemostasis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83: 567–574.
- Webster F.H., Wood, P.J. (2010). "OATS: Chemistry and Technology". Segunda edición.

Coleraine, United Kingdom. Editorial AACCC International, p. 95-107.

Zaidi F., Aziz M., Muhammad J., Kadowaki M. (2015). Review: Diverse pharmacological properties of *Cinnamomum cassia*: A review. *Pak J Pharm Science*, 28: 1433–1438 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26142534/>

Zambrano R., Granito M., Valero Y (2013). Respuesta glucémica al consumo de una barra de cereales-leguminosas (*Phaseolus vulgaris*) en individuos sanos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63 (2):134-141.

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>