

Artículo Científico

Efecto de la incorporación parcial de harina de amaranto (*Amaranthus* spp.) y chocolate en las características bromatológicas y sensoriales de galletas

Effect of partial incorporation of amaranth (*Amaranthus* spp) flour and chocolate on bromatological and sensory characteristics of cookies

Karol Revilla-Escobar^{1,2*}, María Carrillo-Pisco³, Jhonnatan Aldas-Morejon², Jonathan Arguello-Cedeño¹, Carlos Tubay-Bermudez⁴, Roy Barre-Zambrano⁴

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador

² Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

⁴ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Extensión Chone, Ecuador

*Correspondencia: Correo electrónico: kyrevilla@pucese.edu.ec (Karol Revilla-Escobar)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v18i2.1484>

Recibido: 04 de marzo de 2024; Aceptado: 17 de junio de 2024

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado.

Editor de Sección: Dr. José Alberto Gallegos Infante

Resumen

La harina obtenida de granos amaranto es considerada una fuente rica en compuestos bioactivos por lo que ha llamado el interés en industrias alimentaria. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de harina de *Amaranthus* spp. (HA) y chocolate en las características sensoriales y bromatológicas de galletas. Para lo cual, se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial A*B, donde el factor A es el porcentaje de sustitución de harina de amaranto y B es la adición de chocolate, se evaluaron los perfiles sensoriales mediante una escala hedónica y características bromatológicas (humedad, cenizas, fibra, grasas y proteínas). Además, al tratamiento que presentó mejor caracterización bromatológica se analizó la presencia de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. En cuanto a la caracterización sensorial, se demostró que los tratamientos T1, T3 y T7 presentaron la mayor intensidad en los perfiles evaluados. Sin embargo, en el T7 (20 % de HA +0 % de chocolate) se observó una mayor concentración de proteína (8.37 %); fibra

(4.69 %); y ceniza (2.31 %); así como también, un bajo contenido de grasa (17.84 %) y humedad (2.94 %), también se evidenció una presencia de $0,31 \times 10^3$ UFC aerobios mesófilos y ausencia de mohos y levaduras. Por ello se concluye que la harina de amaranto puede ser utilizada en la elaboración de galletas en concentraciones del 20 % y permite obtener un producto con buena calidad nutricional.

Palabras clave: *cereal, galleta, harina de amaranto, nutricional.*

Abstract

The flour obtained from amaranth grains is considered a rich source of bioactive compounds, which is why it has attracted interest in food industries. This work aimed to evaluate the effect of incorporating *Amaranthus* spp. flour and chocolate on the sensory and bromatological characteristics of cookies. For this, a Completely Randomized Design (DCA) was used with a factorial arrangement A*B, where factor A is the percentage of amaranth flour substitution and B is the addition of chocolate, the sensory profiles were evaluated using a hedonic scale. and food characteristics (moisture, ash, fiber, fats and proteins). Furthermore, the treatment that presented the best bromatological characterization was analyzed for the presence of mesophilic aerobes, molds, and yeasts. Regarding the sensory characterization, it is shown that treatments T1, T3 and T7 presented the highest intensity in the evaluated profiles. However, in T7 (20 % HA +0 % chocolate) a higher protein concentration is observed (8.37 %); fiber (4.69 %); and ash (2.31 %). As well as a low-fat content (17.84 %), and humidity (2.94 %), there is also a presence of 0.31×10^3 mesophiles and an absence of molds and yeasts. Therefore, it is concluded that amaranth flour can be used in the production of cookies in concentrations of 20 %, obtaining a product with good nutritional quality.

Keywords: *cereal, cookies, amaranth flour, nutritional.*

1. Introducción

Amaranthus spp. es una planta ornamental y medicinal que pertenece al género *Amaranthus* el cual está compuesto por alrededor de 70 especies de las cuales 42 son nativas de América, en donde se encuentra ampliamente distribuido. En Ecuador, esta especie fue introducida en 1988 (Luis *et al.*, 2018; Waselkov *et al.*, 2018). Los países de mayor producción de esta especie son Nepal, Indonesia, Malasia, China, Filipinas y Centro América (Soriano-García & Aguirre-Díaz, 2019). Este pseudocereal es reconocido por su importancia comercial, la cual se centra en su grano (Aguilera-Cauich *et al.*, 2021).

La importancia comercial del amaranto radica en que es fuente de compuestos bioactivos como β -cianina, β -xantina, betalaína, pigmentos con actividad antioxidante presente en las hojas lo cual fue reportado por Sarker y Oba, (2020). En estudios realizados por Sandoval-Sicairo *et al.* (2021); Stănilă *et al.* (2019), también se reportó la presencia de moléculas con actividad bioactiva como antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorios, por lo que en investigaciones realizadas por Skwaryło-Bednarz *et al.*, (2020) se indica que el consumo de este amaranto podría ayudar a prevenir trastornos cardiovasculares, digestivos y gastrointestinales.

El gluten es una proteína formada por gliadina y glutenina y forma parte de cereales como el trigo, cebada, centeno y avena. Este tipo de proteínas es muy importante en la industria de alimentos, pues brinda propiedades de cohesividad y viscosidad, lo que también permite retener gas, mejorando la texturas de productos como galletas (Villanueva- Flores, 2014). Sin embargo, una dieta rica en este tipo de proteínas puede tener efectos negativos como es la aparición de celiaca y dermatitis herpetiforme, esto según lo reportado por Bayrakci (2024); Niland y Cash (2018), por lo que se recomienda dietas libres de gluten.

Las propiedades funcionales del amaranto han dado lugar a su uso en el procesamiento de diferentes alimentos (Patel *et al.*, 2020), evaluó el efecto de mezclar diferentes concentraciones de *Amaranthus* spp. en la elaboración de gulabjamun, una bebida láctea hindú, se observó que la incorporación de amaranto incrementó la concentración de proteínas. Stănilă *et al.* (2019), observó que sustituyendo 15 % de harina de amaranto, se incrementa la concentración de proteínas en la elaboración de embutidos.

Los cereales son considerados una fuente muy importante de proteínas y compuestos bioactivos, además su valor económico es mucho más accesible en comparación con otras fuentes como la animal (Xu *et al.*, 2019). Los cereales pueden tener excelentes propiedades emulsificantes, mayor retención de agua y espumantes como la harina de granos de amaranto (Badia-Olmos *et al.*, 2023); Guardianelli *et al.* (2019), por lo que su incorporación de manera parcial podría mejorar no solo sus cualidades nutricionales sino, también sensoriales en alimentos como las galletas (Hamzehpour & Ahmadi-Dastgerdi, 2023). Es por ello, que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la incorporación parcial de harina de amaranto (*Amaranthus* spp.) y chocolate en las características bromatológicas y sensoriales de galletas.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización

El presente proyecto de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología y Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en el kilómetro 1,5 de la Panamericana Sur, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Entre las coordenadas geográficas con una latitud de 01°38'' Sur y una longitud de 78°26' W a una altitud de 2740 m.s.n.m.

2.2 Caracterización sensorial

Para determinar las características sensoriales se empleó la metodología establecida por Aldas-Morejon *et al.* (2023) con algunas modificaciones, donde se evaluaron los atributos (color, olor, gusto y textura). Para el cual, se organizó un panel de jueces aleatorios no entrenados utilizando el test de preferencia por ordenamiento. Al panel se le solicitó que después de la catación respondieran cuánto le gustó o disgustó el producto. Una vez obtenidos los resultados del análisis organoléptico, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, para datos no paramétricos, la cual se basa en el rango que

puede emplearse para corroborar si existe diferencia significativa entre dos o más grupos. De esta forma, calculó un estadístico de prueba y lo comparó con un punto de corte de la distribución aceptando o rechazando la H_0 o H_1

2.3 Caracterización bromatológica

Los análisis bromatológicos se determinaron según los métodos normalizados. El contenido de humedad se realizó según el método establecido para determinar la humedad por pérdida de calor en harina de origen vegetal estipulado en Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0518. El porcentaje de cenizas se obtuvo según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0520. En relación con el contenido de grasa, se determinó mediante el equipo Soxhlet "Marca Buchi Modelo E-816" de acuerdo con el método de la NTE INEN 0523. Para el contenido de proteína se siguió la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0519. Por otro lado, el contenido de fibra bruta se obtuvo según el método de referencia de la Norma NTE INEN 0522.

2.4 Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico (aerobios mesófilos, mohos y levaduras) se realizó al tratamiento que presentó lo mejores características bromatológicas, para ello se consideró las técnicas estipuladas en los métodos de ensayo de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0616.

2.5 Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A*B con tres repeticiones, para determinar diferencia estadística entre la media de los tratamientos se utilizó una prueba de rangos múltiples de Tukey ($P < 0,05$). Los factores de estudio e interacciones se describen en la Tabla 2 y 3.

Tabla 1. Factores de estudio que intervienen en la elaboración de galletas

Table 1. Study factors involved in the production of cookies

Factores	Niveles	Descripción
A: Porcentaje de sustitución de harina de amaranto	a1	10 % harina de amaranto
	a2	15 % harina de amaranto
	a3	20 % harina de amaranto
B: Adición de chocolate	b1	0% chocolate negro de repostería
	b2	5 % chocolate negro de repostería
	b3	10 % chocolate negro de repostería

Tabla 2. Combinación de los tratamientos propuestos para la elaboración de las galletas
Table 2. Combination of the treatments proposed for the cookies production

Tratamientos	Descripción (100g)
T1	10 % de harina de amaranto / 0 % chocolate
T2	10 % de harina de amaranto / 5 % chocolate
T3	10 % de harina de amaranto / 10 % chocolate
T4	15 % de harina de amaranto / 0 % chocolate
T5	15 % de harina de amaranto / 5 % chocolate
T6	15 % de harina de amaranto / 10 % chocolate
T7	20 % de harina de amaranto / 0 % chocolate
T8	20 % de harina de amaranto / 5 % chocolate
T9	20 % de harina de amaranto / 10 % chocolate

3. Resultados y discusión

3.1 Caracterización sensorial

En la Tabla 3 se indican los resultados sensoriales según la prueba de Kruskal- Wallis, donde se determinaron los perfiles y categorías sensoriales.

La prueba de Kruskal-Wallis para las categorías del atributo color (café y crema), mostró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con un valor de H de 61,86 y 37,886, respectivamente. Demostrando que, el color café se visualizó con mayor intensidad en el T6 con 3.60 mientras que la menor intensidad se denotó en el T1 con 0,10. Por otro lado, para el color crema, el T7 con 4,00 fue superior en comparación al T6 que obtuvo un valor de 0,40. Con ello, se demuestra que, la incorporación de harina de amaranto mejoró el color de las galletas desde crema pálido hasta marrón dorado. Estos resultados son similares a lo reportado por Arti et al. (2016) quienes determinaron que el color de las galletas, presentan mayor intensidad de color cuando se incluye entre 20 a 30% de harina de amaranto en la formulación. Además, es necesario mencionar que, la sustitución de la harina de trigo en la fabricación de galletas incide en el cambio de color, este es

causado por una combinación de varios factores, como la Reacción de Maillard generada por el contenido del azúcar durante la cocción (Huiyu et al., 2022).

Para la categoría del perfil Aroma cacao, se determinó diferencia significativa según la prueba de Kruskal – Wallis con un valor de H de 25,835. De esta manera, se denotó el mayor valor en el T6 (3.00). Por el contrario, el T1 teniendo una calificación de 0 no presentó notas a cacao. En cuanto al perfil de olor a amaranto no existió variabilidad (H= 12,959). Sin embargo, se observó que al utilizar mayor porcentaje de harina de amaranto las muestras presentaron mayor olor característico para esta materia prima empleada. Es importante indicar, que en algunas investigaciones se ha determinado que es óptimo incluir hasta un 25% de harina de amaranto para productos de panadería (Sindhuja et al., 2015). Así mismo, Adekunle-Ayo (2021) en su investigación al elaborar pan con la sustitución de harina de trigo por harina de amaranto en una proporción de 10 – 20%, permitió obtener un producto de buena calidad con un sabor y aroma diferente al pan tradicional.

El perfil sabor (dulce, salado, amargo y astringente), en la categoría dulce según la Prueba de Kruskal-Wallis, mostró diferencia significativa entre los tratamientos con un valor de H de 21,284. Siendo el mayor valor con 3,40 para el T1 y T4; mientras que el menor valor se situó con 1,25 en el T8. Por otra parte, para la categoría salado se observó diferencia significativa (H=15.911) determinando que el T8 sobresalió con una calificación mayor de 1,60 y el T8 con el menor valor de 0.25. Con respecto al sabor amargo con un valor de H de 16.616 se comprobó que existió diferencia significativa, ubicando al T8 con la mayor intensidad (1,75) a diferencia del T1 que presentó un menor sabor amargo con una valoración de 0,10. Con relación a la categoría astringente se encontró diferencia significativa según la Prueba de Kruskal – Wallis (H=0.037) y se estableció que el T8 presentó una mayor astringencia con una intensidad de 2,50; por el contrario, el T4 mostró una menor intensidad con 0,40. De acuerdo con Hamzehpour y Ahmadi-Dastgerdi (2023), presentaron un efecto significativo con más del 15% de harina de amaranto. Esto puede deberse al regusto amargo de la harina, debido a la presencia de compuestos intrínsecos en el amaranto que según Adekunle- Ayo (2021) a alta temperatura producen un sabor a nuez que podría ser objetable en algunos productos horneados.

En cuanto a la textura (crujiente, seca y dura), para las categorías crujiente, seca y dura no presentaron diferencia significativa con valores de H de 7,301; 7,433 y 8,584, respectivamente. Sin embargo, se observó que al utilizar 20% de harina de amaranto + 5% chocolate se obtiene un producto con una textura más crujiente y seca, con un calificativo 3,50 y 2,75 consecutivamente en el (T8). Por otra parte, al emplear 20% de harina de amaranto + 0% chocolate (T7) el producto presenta una consistencia dura; con esto se demostró que al incluir 20% de harina de amaranto influye en las características de textura del producto final. Diversas investigaciones han demostrado que incluir otro tipo de harina como la de amaranto aporta una textura más crocante a los productos de panadería (Gaibor-Monar et al., 2020).

Tabla 3. Caracterización sensorial de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum* spp.) por harina de amaranto (*Amaranthus* spp.)

Table 3. Sensory characterization of cookies with partial substitution of wheat flour (*Triticum* spp.) for amaranth flour (*Amaranthus* spp.)

Tratamientos	Color		Olor		Sabor				Textura		
	Café	Crema	Cacao	Amaranto	Dulce	Salado	Amargo	Astringente	Crujiente	Seca	Dura
T ₁	0,10	3,10	0,00	2,90	3,40	0,30	0,10	0,50	3,30	1,50	2,60
T ₂	1,20	1,20	2,00	2,20	2,40	0,30	0,70	1,10	2,30	1,70	1,30
T ₃	2,80	2,60	2,40	2,20	1,80	0,80	0,80	2,00	3,00	1,80	2,40
T ₄	0,20	3,40	2,80	1,20	3,40	1,40	0,20	0,40	3,60	0,80	1,60
T ₅	3,00	0,60	2,40	1,00	2,00	0,60	1,20	2,40	3,40	1,80	2,00
T ₆	3,60	0,40	3,00	1,80	3,20	0,40	0,40	1,40	3,40	1,60	2,20
T ₇	0,40	4,00	1,20	1,80	1,60	1,60	0,60	1,60	3,40	1,40	1,00
T ₈	3,25	0,75	0,75	3,00	1,25	0,25	1,75	2,50	3,50	2,75	2,25
T ₉	1,60	1,80	1,60	1,60	2,80	1,20	1,40	1,80	2,60	2,20	2,00
Promedio	1,79	1,98	1,79	1,97	2,43	0,76	0,79	1,52	3,17	1,73	1,93
K – W. (H)	61,86	37,886	25,835	12,959	21,284	15,911	16,616	20,037	7,301	7,433	8,584
p - valor	0	0	0,001	0,113	0,006	0,044	0,034	0,01	0,505	0,491	0,379
s.e.	**	**	**	n.s.	**	*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.

Letras diferentes representan diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey $p < 0,05$).

K – W (H)= Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

p.=Probabilidad asociada a valores mayores o iguales (bajo H_0) que el estadístico de Kruskal – Wallis observado (corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo y **=muy significativo)

3.2 Caracterización Bromatológica

En la Tabla 4, se presentan los resultados obtenidos en las características bromatológicas evaluadas a los tratamientos (T1, T3 y T7) que presentaron mejores atributos sensoriales. Donde se encuentran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la media de los tratamientos.

En el caso de la humedad, se encontró entre 1,87 a 2,94% valores por debajo del 10% que recomienda la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518. La concentración y tipo de harina en la elaboración de galletas pueden influir en su humedad, en un estudio elaborado por Chauhan et al. (2022), observaron que al reducir la proporción de harina de trigo y al incrementar las concentraciones de pulpa y semilla de calabaza, el porcentaje de humedad aumentó, obteniendo valores entre 2,10 y 2,15%. Con esta hipótesis concuerdan Liu and Chen (2023), que evidenciaron que la incorporación de harina de amaranto (25%) en la elaboración de galletas influye en el porcentaje de humedad, obteniendo un valor de 7,5%, es decir valores superiores en cuanto a la humedad a los obtenidos en este estudio. Así también, según Rajini et al. (2021), es importante considerar que el porcentaje de humedad en galletas, pues esta puede incidir en su composición nutricional y vida útil.

En cuanto a cenizas, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos analizados, evidenciándose un mayor porcentaje en el T7 con 2,31%. El contenido de cenizas se encuentra relacionada a la presencia de material mineral en alimentos. Los resultados obtenidos fueron inferiores a los reportados por Chauhan et al. (2016). quien evidenció 2,93% de este parámetro incorporando 60% de HA en galletas.- Sin embargo fueron superiores a los obtenidos por Toan et al. (2018) que registraron un porcentajes de cenizas entre 0,88 y 1,73, observándose que al incrementar la proporción de harina de Taro (*Colocasia esculenta*), el contenido de cenizas también incrementó.

Con respecto al contenido graso, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo los tratamientos 1 y 3 los que presentaron el mayor contenido de grasa con valores de 19,11 y 19,77%, respectivamente. El alto contenido graso se debe a la incorporación del chocolate en su preparación. Así, estos resultados se encuentran por encima del valor mínimo (10%) que establece la NORMA NMX-F-006-1983 con respecto al contenido hetero en galletas. Por su parte, Johnst et al. (2022) al evaluar las características fisicoquímicas de galletas elaboradas con harina de trigo, challa y amaranto situaron un contenido graso $< 20\%$.

Para el contenido de fibra se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Los T3 y T7 presentaron mayor contenido de este macroelemento con valores de 4,48 y 4,69%. De esta forma, se demuestra que la inclusión del 10 y 20% de harina de amaranto influye positivamente en el incremento del contenido de fibra. Además, estos valores fueron similares a los presentados por Man et al. (2017), quienes en una concentración de 30% de harina de *Amaranthus* spp. determinaron un valor de 4,7%. Además, Cabrera-Mera et al. (2023) determinaron valores que oscilaron entre 4,39 y 9,38% al sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*).

Las proteínas son macromoléculas esenciales en las dietas, su concentración favorece a la hidratación y consistencia de galletas (Sahagun & Gómez, 2018). El contenido de proteína se situó en el rango 7,69 - 8,37%, existiendo diferencias significativas entre la media de los tratamientos ($p < 0.05$). Dichas concentraciones cumplen con lo requerido en la Norma NTE INEN 519 la cual establece valores superiores a 3%. Sin embargo, estos fueron inferiores (16.65%) a los resultados reportados por Abotaleeb y Arafa (2021), quienes analizaron las características físico químicas de galletas elaboradas con mezclas de avena y banano. Los valores obtenidos fueron similares a los reportados por Ochoa et al. (2018) quienes evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de galletas obtenidas a partir de mezclas de harina de camote con trigo.

Tabla 4. Caracterización bromatológica de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum* spp.) por harina de amaranto (*Amaranthus* spp.)

Table 4. Bromatological characterization of cookies with partial substitution of wheat flour (*Triticum* spp.) by amaranth flour (*Amaranthus* spp.)

Tratamientos	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Proteína (%)
T1	2,99 ^b	2,07 ^a	19,11 ^b	3,69 ^a	7,69 ^b
T3	1,87 ^a	2,02 ^a	19,77 ^b	4,48 ^b	7,22 ^a
T7	2,94 ^b	2,31 ^a	17,84 ^a	4,69 ^b	8,37 ^c
C.V.(%)	0,24	0,07	0,05	0,12	0,07

Letras diferentes representan diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey $p < 0,05$).

3.3 Análisis microbiológicos

Los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales y fisicoquímicas determinaron que el mejor tratamiento fue el T7, al cual se le realizó análisis microbiológico (Tabla 5), observándose $0,31 \times 10^3$ UFC de aerobios mesófilos y ausencia en mohos y levaduras, estos resultados son idóneos y la vez similares con lo presentado por Olivares et al. (2017) quien valoró la presencia de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en galletas elaboradas a partir de harina compuesta de linaza, avena y trigo. De la misma manera, es importante indicar que la presencia de microorganismos analizados, demuestran que el T7 cumple con los requisitos de calidad establecido por la norma INEN NTE 1529-10.

Tabla 5. Análisis microbiológico del tratamiento que presentó mejor caracterización bromatológica
Table 5. Microbiological analysis of the treatment that presented the best bromatological characterization

Tratamiento	Aerobios mesófilos UFC/g*	Mohos y levaduras UFC/g*
T1	0,31x10 ³	Ausencia

4. Conclusiones

La incorporación de HA y chocolate en la elaboración de galletas tuvo como objetivo aprovechar los nutrientes presentes en el cereal en la elaboración de un alimento libre de gluten. Se observó que el T1, T4 y T7 tuvieron mayor aceptación en las características organolépticas evaluadas por parte del panel sensorial. Se evidenció variabilidad en la apreciación de la intensidad del atributo color café y crema, olor a cacao, sabor dulce, salado, amargo y astringente, mientras que las categorías del perfil textura no presentaron incidencia. Con respecto a las características bromatológicas, se concluye que al emplear 20% de harina de amaranto + 0% chocolate (T7) se obtiene un producto de buena calidad nutricional con alto contenido de proteína, fibra, cenizas; así mismo, se confiere un bajo porcentaje de humedad y grasas. La caracterización microbiológica demostró que el producto evaluado es inocuo, siendo apto para el consumo humano. Así, las aplicaciones prácticas mediante la adición de harina de amaranto diversifican los productos de harina de trigo, siendo efectivo por las ventajas sensoriales y bromatológicas de las galletas.

Contribuciones de los autores

Conceptualización, K.R.E.; metodología, M.C.P.; software, J.A.M.; validación, R.B.Z, V.O.T.; análisis formal, C.T.B.; investigación, M.C.P.; recursos, M.C.P, J.A.M; conservación de datos, J.A.C.; redacción-redacción del borrador original, K.R.E, C.T.B.; redacción-revisión y edición, J.A.M.; visualización, J.A.M. V.O.T; supervisión, R.B.Z.; administración del proyecto, C.T.B.; obtención de financiación, J.A.C. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés con la presenta investigación.

5. Referencias

- Abotaleb, H., & Arafa, R. (2021). Quality characteristics of gluten-free cookies prepared from oat and unripe banana flour blends. *Egyptian Journal of Food Science*, 49: 187–198. <https://doi.org/10.21608/ejfs.2021.55588.1088>
- Adekunle-Ayo, J. (2021). The effect of amaranth grain flour on the quality of bread. *International Journal of Food Properties*, 4: 341-351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1081/JFP-100105198>
- Aguilera-Cauchich, E. A., Solís-Fernández, K. Z., Ibarra-Morales, A., Cifuentes-Velásquez, R., & Sánchez-del Pino, I. (2021). Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). *Acta Botanica Mexicana*, 28(128): 1–14. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738>
- Aldas-Morejon, J., Otero-Tuarez, V., Revilla-Escobar, K., Carrillo-Pisco, M., & Sánchez-Aguilera, D. (2023). Incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. *Agroindustrial Science*, 13(1): 15-21. <https://doi.org/https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5201>
- Arti, C., Dharmesh, C. S., Sukhcharn, S., & Fatih, Y. (2016). Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1): 125773. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1125773>
- Badia-Olmos, C., Laguna, L., Haros, C. M., & Tárrega, A. (2023). Techno-functional and rheological properties of alternative plant-based flours. *Foods*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/foods12071411>
- Bayrakci, I. (2024). Effects of Gluten on Health : Pseudocereals as Gluten Substitutes. In *Innovations in Engineering and Food Science* (pp. 318–320). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0819-6.ch013>
- Cabrera-Mera, V., Benavides-Panchana, J., Cortez-Espinoza, A., Aldas-Morejon, J., & Revilla-Escobar, K. Y. (2023). Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2): 23-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.5736>
- Chauhan, N., Chaudhary, V., Singh, S., & Singh, B. R. (2022). Effect on physico-chemical properties of cookies during storage. *Pharma Innovation Journal*, 11(1): 1046–1048. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue1/PartO/11-1-72-846.pdf>
- Gaibor-Monar, F. M., Torres-Cadena, J. P., & Yépez-Martínez, L. V. (2020). Valor nutricional de las galletas a base de amaranto y quinua asociado a la aceptabilidad microbiológica. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 10(8). <https://doi.org/https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/galletas.html>
- Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*, 97: 105242. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105242>

- Hamzhepour, R., & Ahmadi-Dastgerdi, A. (2023). The effects of quinoa and amaranth flour on the qualitative characteristics of gluten-free cakes. *Internacional Journal of Foods Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2023/6042636>
- Huiyu, H., Yuting, W., Mingyue, S., Yousheng, H., Chang, L., Shaoping, N., & Mingyong, X. (2022). Effects of baking factors and recipes on the quality of butter cookies and the formation of advanced glycation end products (AGEs) and 5-hydroxymethylfurfural (HMF). *Curr Res Food Sci*, 5: 940–948. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.05.012>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0518. Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://archive.org/details/ec.nte.0518.1981>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1981). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0520. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://archive.org/details/ec.nte.0520.1981>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1980). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0523. Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://ia802909.us.archive.org/25/items/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0519. Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://ia802906.us.archive.org/28/items/ec.nte.0519.1981/ec.nte.0519.1981.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] (1980). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0522. Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://ia801902.us.archive.org/6/items/ec.nte.0522.1981/ec.nte.0522.1981.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] (1980). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0616. Harinas de trigo. Requisitos. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador. <https://studylib.es/doc/5531663/nte-inen-0616--harina-de-trigo.-requisitos>
- Johnst, M.I., Avila-Nava, A., Alarc, S. L., & Corona, L. (2022). Development of a functional cookie formulated with chaya. *Molecules*, 27, 2–14. <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/21/7397>
- Liu, S. X., & Chen, D. (2023). Novel gluten-free amaranth and oat flour cookies fortified with soybean hulls. *Food and Nutrition Sciences*, 14(08), 699–719. <https://doi.org/10.4236/fns.2023.148046>
- Luis, G. M., Hernández-Hernández, RB., Caballero, V. P., Torres-López, G., Espinoza Martínez, VA & Pacheco, L. R. (2018). Usos actuales y potenciales del amaranto (*Amaranthus* spp.). *Journal of Negative and No Positive Results*, 3(6), 423–436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>
- Man, S., Păucean, A., Muste, S., Chiș, M.-S., Pop, A., & Ianoș, I.-D. (2017). Assessment of amaranth flour utilization in cookies production and quality. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23(2), 97–103. [https://journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/89991L20_Simona_Man_2017_23\(2\)_97-103.pdf](https://journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/89991L20_Simona_Man_2017_23(2)_97-103.pdf)

- Niland, B., & Cash, B. D. (2018). Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *Gastroenterology & Hepatology*, 14(2), 82–91. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5866307/>
- Ochoa, L., Pensaben, J., Trancoso, N., Quiñonez, O., & Vázquez, K. (2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea batatas* L.). *AP Agro Productividad*, 11(7), 113–119.
- Olivares, J., Barboza, Y., & Rangel, L. (2017). Formulation and evaluation physicochemical, microbiological and sensory of enriched cookies with linseed as functional food. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(4), 106–113. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55952806003>
- Patel, AC., Pandaya, AJ., Gopikrishna, G., Priyanka, S., Patel, Shendurse, AM., & Chaudhary, MK. (2020). Development of Gulabjamun by incorporating the *Amaranthus hypochondriacus* L. (Rajgara). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 1913–1918. <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i3af.11596>
- Rajini, I., Mahendran, T., & Roshana, M. R. (2021). Evaluation of Storage Stability of Cookies made from Breadfruit Flour. *Sri Lankan Journal of Technology*, 2, 32–39. https://seu.ac.lk/sljot/publication/v2n2/SLJoT_2021_02_006.pdf
- Sandoval-Sicairos, E. S., Milán-Noris, A. K., Luna-Vital, D. A., Milán-Carrillo, J., & Montoya-Rodríguez, A. (2021). Anti-inflammatory and antioxidant effects of peptides released from germinated amaranth during in vitro simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 343, 128394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128394>
- Sarker, U., & Oba, S. (2020). Nutritional and bioactive constituents and scavenging capacity of radicals in *Amaranthus hypochondriacus*. *Scientific Reports*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71714-3>
- Sindhuja, A., Sudha, M., Sudha, M., & Rahim, A. (2015). Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. *European Food Research and Technology*, 221(5), 597–601. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.007/s00217-005-0039-5>
- Skwaryło-Bednarz, B., Stepniak, P. M., Jamiołkowska, A., Kopacki, M., Krzepiłko, A., & Klikocka, H. (2020). Amaranth seeds as a source of nutrients and bioactive substances in human diet. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 19(6), 153–164. <https://doi.org/10.24326/ASPHC.2020.6.13>
- Soriano-García, M., & Aguirre-Díaz, I. S. (2019). Nutritional functional value and therapeutic utilization of amaranth. In V. Y. Waisundara (Ed.), *Valor Nutricional del Amaranto* (p. 7). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86897>
- Stănilă, A., Cioanca, B., Diaconeasa, Z., Stănilă, S., Sima, N., & Sima, R. M. (2019). Phytochemical composition and antioxidant activity of various grain amaranth cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4), 1153–1160. <https://doi.org/10.15835/nbha47411714>

- Villanueva Flores, R. V. (2014). El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial*, 32, 231–246. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2014.n032.123>
- Toan, N. Van, Thi, P., Thanh, T., Chi, H., City, M., Ward, L. T., District, T. D., Chi, H., & City, M. (2018). Preparation and improved quality production of flour and the made biscuits from the taro 1-2. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(5), 71–79. <https://doi.org/10.18535/ijssrm/v10i2.nd02>
- Waselkov, K. E., Boleda, A. S., & Olsen, K. M. (2018). A phylogeny of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae) based on several low-copy nuclear loci and chloroplast regions. *Systematic Botany*, 43(2), 439–458. <https://doi.org/10.1600/036364418X697193>
- Xu, Y., Yang, J., Du, L., Li, K., & Zhou, Y. (2019). Association of whole grain, refined grain, and cereal consumption with gastric cancer risk: A meta-analysis of observational studies. *Food Science and Nutrition*, 7(1), 256–265. <https://doi.org/10.1002/fsn3.878>

2024 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>