

Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en premezclas sin gluten dirigidas a personas celíacas

Recibido: 18 / 04 / 2026

Aceptado para publicación:

06 / 05 / 2026

Evaluation of antioxidant capacity and phenolic compound content in gluten-free premixes for celiac individuals

Naveda Pachacama María José*

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador

Arteaga Almeida Cristina Alexandra

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética, Grupo de Investigación NUTRIGENX
Ambato - Ecuador

* mnaveda2331@uta.edu.ec

Naveda-Pachacama María Luisa et. al.
"Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en premezclas sin gluten dirigidas a personas celíacas". revista RENC Vol. 11 número 1, Pág. 3-8

Resumen

La enfermedad celíaca es una patología autoinmune desencadenada por la ingestión de gluten en individuos genéticamente susceptibles, lo que provoca daño intestinal y limita la absorción de nutrientes. El incremento de su prevalencia ha generado una mayor demanda de productos libres de gluten; sin embargo, muchas formulaciones presentan deficiencias nutricionales y funcionales (1). En este contexto, los compuestos fenólicos representan una alternativa para mejorar la calidad de las premezclas sin gluten debido a su actividad antioxidante y antiinflamatoria. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante mediante los métodos FRAP, además de cuantificar los compuestos fenólicos totales en premezclas sin gluten destinadas a personas celíacas. Se desarrolló un estudio no experimental y transversal, utilizando premezclas artesanales libres de gluten. El contenido fenólico se determinó mediante Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante mediante FRAP. Los resultados

evidenciaron diferencias marcadas entre formulaciones, donde F2 presentó un contenido fenólico 4,5 veces mayor y una capacidad antioxidante 6,5 veces superior a F3, atribuible principalmente a la estabilidad de los flavonoides presentes en la cocoa. Conclusiones: la formulación F2 evidenció un mayor potencial funcional, confirmando que la selección de ingredientes ricos en compuestos fenólicos estables influye significativamente en la capacidad antioxidante de las premezclas sin gluten.

Palabras Clave: enfermedad celíaca, antioxidantes, compuestos fenólicos, FRAP, premezclas sin gluten.

Abstract

Celiac disease is an autoimmune disorder triggered by the ingestion of gluten in genetically susceptible individuals, causing intestinal damage and limiting nutrient absorption. The increase in its prevalence has generated greater demand for gluten-free products; however, many formulations have nutritional and functional deficiencies. In this context, phenolic

compounds represent an alternative for improving the quality of gluten-free premixes due to their antioxidant and anti-inflammatory activity. The objective of this study was to evaluate antioxidant capacity using FRAP methods, as well as to quantify total phenolic compounds in gluten-free premixes intended for people with celiac disease. A non-experimental, cross-sectional study was conducted using artisanal gluten-free premixes. Phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu and antioxidant capacity using FRAP. The results showed marked differences between formulations, with F2 having a phenolic content 4.5 times higher and an antioxidant capacity 6.5 times higher than F3, mainly attributable to the stability of the flavonoids present in cocoa. Conclusions: Formulation F2 showed greater functional potential, confirming that the selection of ingredients rich in stable phenolic compounds significantly influences the antioxidant capacity of gluten-free premixes.

Keywords: celiac disease, antioxidants, phenolic compounds, FRAP, gluten-free premixes..

Introducción

La enfermedad celíaca constituye un trastorno autoinmune desencadenado por la ingesta de gluten en personas predispuestas genéticamente, lo que ocasiona daño intestinal y malabsorción de nutrientes (2). La dieta estricta sin gluten es actualmente el único tratamiento eficaz, aunque representa un desafío por las limitaciones tecnológicas y nutricionales de las formulaciones disponibles (3).

En este contexto, los compuestos fenólicos cobran relevancia por su potencial antioxidante y antiinflamatorio. Estudios recientes han demostrado que pseudocereales y subproductos agroindustriales, como el amaranto, el sorgo y la pulpa de papas moradas, pueden mejorar la actividad antioxidante y el perfil bioactivo de los alimentos sin gluten (4,5). La aplicación de metodologías como FRAP permite cuantificar la capacidad antioxidante de estas matrices, aportando información complementaria sobre su valor funcional (6,7).

Ante ello, resulta fundamental evaluar la capacidad antioxidante y el contenido fenólico en premezclas sin gluten dirigidas a personas celíacas, con el fin de respaldar la formulación de productos más saludables y funcionales. El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad antioxidante mediante el método FRAP, así como el contenido de compuestos fenólicos totales en premezclas sin gluten dirigidas a personas celíacas.

Materiales y métodos

Se desarrolló un estudio no experimental y transversal orientado a comparar el contenido de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante en dos formulaciones artesanales de premezclas sin gluten destinadas a personas con enfermedad celíaca.

Por lo que se desarrolló dos formulaciones, denominadas como F2 y F3, ambas a base de harinas y polvos naturalmente libres de gluten, combinando fuentes de

carbohidratos, proteína vegetal y proteína alternativa (harina de grillo), además de ingredientes ricos en compuestos fenólicos (cacao amargo, maíz morado y arándano). Para estandarizar el proceso, las proporciones se expresaron como porcentaje en base a 200 g de mezcla seca.

Para la formulación F2 se usaron ingredientes como harina de plátano, harina de chocho, harina de grillo y cacao amargo en polvo. Mientras que para la formulación F3 los ingredientes usados fueron harina de maíz morado, harina de almendra, harina de grillo, harina de arándanos y fécula de papa.

Es importante señalar que este estudio forma parte del proyecto de investigación "Alimento Nutricional para pacientes con enfermedad celíaca basado en necesidades nutricionales", durante la fase inicial del proyecto, se desarrollaron varias formulaciones de premezclas sin gluten, variando las proporciones y combinaciones de ingredientes con el objetivo de optimizar sus características nutricionales y funcionales.

Sin embargo, para efectos del presente análisis, únicamente se seleccionaron las formulaciones F2 (premezcla en polvo con sabor a chocolate) y F3 (cereal extruido con sabor a fresa), las cuales fueron previamente sometidas a un proceso de evaluación sensorial no estructurado (degustación), en el que se consideraron atributos como sabor, textura y aceptabilidad.

Las formulaciones seleccionadas correspondieron a aquellas que presentaron mayor aceptación por parte de los evaluadores, por lo que fueron consideradas las más adecuadas para el análisis de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante.

F2		
Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Harina de plátano	71,4	35,71
Harina de chocho	23,8	11,90
Harina de grillo	4,8	2,38
Cacao amargo	100	50
TOTAL	200	100

Tabla 1. Composición en gramos y porcentual de la formulación F2.

Fuente. Elaboración propia.

F3		
Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Harina maíz morado	150,9	75,55
Harina almendra	22,6	11,33
Harina papa	11,3	5,67
Harina grillo	3,8	1,89
Arándanos en polvo	11,3	5,67
TOTAL	200	100

Tabla 2. Composición en gramos y porcentual de la formulación F3.

Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a la preparación y homogeneización de las premezclas, cada ingrediente seco se tamizó para homogeneizar el tamaño de partícula. Posteriormente, se pesaron las cantidades según el porcentaje establecido y se mezclaron en seco en un recipiente de acero inoxidable durante 5–10 min hasta obtener una mezcla uniforme. Las premezclas se envasaron en fundas herméticas, se protegieron de la luz y se almacenaron a temperatura ambiente hasta el análisis para minimizar oxidación y pérdidas de compuestos bioactivos.

Es importante destacar que, dentro del procesamiento de las materias primas y obtención de las premezclas, el proceso tecnológico aplicado fue el de extrusión de las formulaciones presentadas con el fin de garantizar la inocuidad, estabilidad y conservación de los compuestos bioactivos presentes en las materias primas. Este proceso incluyó etapas de precocción, horneado, enfriamiento y molienda tal como se muestra en la Figura 1.

Las materias primas utilizadas para preparar las premezclas de base en ambas formulaciones fueron previamente seleccionadas y acondicionadas, para la formulación F2 se utilizaron harina de plátano (1500 g), harina de chocho (500 g), harina de grillo (100 g), para la F3, se emplearon maíz morado (4 kg), almendra (600 g), fécula de papa (300 g), harina de grillo (100 g) y arándanos deshidratados (300 g).

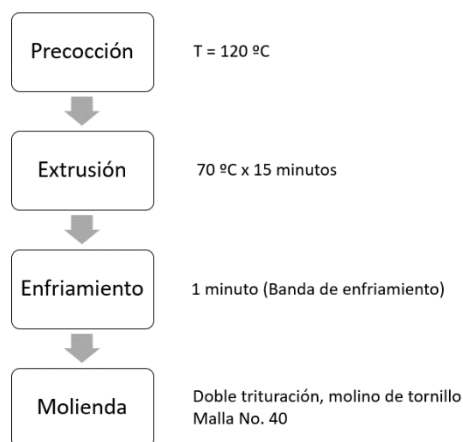


Figura 1. Diagrama de proceso de extrusión

Fuente. Elaboración propia



Figura 2. Producto extruido

Fuente. AGUS SNAKS (Empresa maquiladora)



Figura 3.a Producto molido **Figura**

Fuente. Elaboración propia

Por otra parte, para la determinación de compuestos fenólicos totales, se lo realizó mediante el reactivo de Folin–Ciocalteu, en donde los resultados se expresaron como mg/kg equivalentes de ácido gálico (EAG) a partir de una curva de calibración con ácido gálico.

Así mismo, para la determinación de la capacidad antioxidante, se evaluó mediante el método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) siguiendo protocolos estandarizados, dichos resultados se expresaron como mg/kg equivalentes de ácido ascórbico (EAA), utilizando ácido ascórbico como estándar.

Finalmente, los datos se analizaron de forma descriptiva y comparativa, debido al número limitado de formulaciones, no se realizaron análisis inferenciales; los resultados se organizaron en cuadros comparativos para contrastar directamente F2 y F3.

Resultados

Contenido de polifenoles totales

El análisis mostró diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas. La formulación F2 presentó un contenido de polifenoles de 2041 mg/kg equivalentes de ácido gálico (EAG), mientras que F3 alcanzó únicamente 456 mg/kg EAG. En consecuencia, F2 mostró un nivel de polifenoles 4,5 veces superior al de F3. Esta variación se asocia principalmente al mayor aporte de compuestos fenólicos provenientes de la cocoa, rica en epicatequinas y otros flavonoides caracterizados por su alta estabilidad durante el procesamiento (8).

En comparación con literatura reciente, valores similares han sido reportados en productos horneados enriquecidos con ingredientes fenólicos (9). En bizcochos funcionales con cocoa y hierbas aromáticas, se han reportado contenidos fenólicos de aproximadamente 1.20–1.87 mg EAG/g ($\approx$ 1200–1870 mg/kg) y actividad antioxidante (FRAP) de aproximadamente 1.84–4.00 mg EAA/g ($\approx$ 1840–4000 mg/kg), rangos dentro de los cuales se ubica F2 (2041 mg/kg EAG). Por el contrario, formulaciones basadas en maíz morado suelen presentar CTP más moderados cuando se combinan con otros almidones; por ejemplo, en pan sin gluten con 34% de harina de maíz morado, estudios informaron 52.91 mg

de EAG/100 g (≈ 529 mg/kg), comparable al valor de F3 (456 mg/kg EAG). (11).

Formulación	Resultado	Interpretación
F2	2041 mg/kg EAG	Muy alto contenido fenólico
F3	456 mg/kg EAG	Contenido moderado

Tabla 3. Contenido de polifenoles totales.

Fuente. Elaboración propia

La formulación F2 presentó un contenido fenólico muy alto (tabla 3), lo cual se relaciona directamente con una mayor capacidad antioxidante y potencial funcional en alimentos sin gluten (6). Estudios recientes señalan que la incorporación de ingredientes ricos en compuestos bioactivos incrementa significativamente el contenido fenólico y el valor nutricional de estos productos (12). En contraste, la formulación F3 presentó un contenido moderado de compuestos fenólicos, lo que puede atribuirse a la variabilidad de las materias primas y a la influencia del procesamiento sobre los compuestos bioactivos (5).

Capacidad antioxidante (FRAP)

La actividad antioxidante medida por el método FRAP corroboró el comportamiento observado en los polifenoles totales. La formulación F2 registró 3306 mg/kg equivalentes de ácido ascórbico (EAA), frente a 505 mg/kg EAA obtenidos para F3. De este modo, F2 exhibió una capacidad antioxidante 6,5 veces mayor que F3, lo que sugiere que los compuestos presentes en F2 son más estables y contribuyen de manera más efectiva a la actividad antioxidante global.

Para facilitar la comparación entre estudios, los resultados pueden expresarse también en mg/100 g: F2 = 330.6 mg/100 g EAA y F3 = 50.5 mg/100 g EAA, estos valores son consistentes con lo reportado en productos horneados con cocoa, donde se han observado valores FRAP del orden de 1.84–4.00 mg AAE/g (184–400 mg/100 g) en bizcochos funcionales (11). En matrices con maíz morado, la literatura suele reportar FRAP como μmol equivalentes de Trolox/g: Monsierra et al. (10) describieron 3.55 μmol Trolox/g en pan sin gluten con 34% de maíz morado. Aunque la unidad difiere, al convertir nuestras formulaciones a μmol equivalentes de ácido ascórbico/g (AAE; $\text{PM}=176.12$ g/mol), F2 corresponde a ~ 18.8 μmol EAA/g y F3 a ~ 2.9 μmol EAA/g, lo que muestra nuevamente una superioridad marcada de F2. (11).

Formulación	Resultado	Interpretación
F2	3306 mg/kg EAA	Actividad antioxidante muy elevada
F3	505 mg/kg EAA	Actividad antioxidante baja-moderada

Tabla 4. Capacidad antioxidante.

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a la actividad antioxidante, los resultados evidenciaron que F2 presentó valores muy elevados (tabla 4), confirmando la relación directa entre

polifenoles y capacidad antioxidante descrita en la literatura (6). Por otro lado, la menor actividad antioxidante de F3 podría explicarse por la degradación de antocianinas presentes en el maíz morado y frutos utilizados, compuestos que son sensibles al procesamiento térmico y almacenamiento (13).

A pesar de que F3 contiene antocianinas, su actividad antioxidante fue menor, por lo que este comportamiento podría explicarse por la menor estabilidad de las antocianinas frente a los flavonoides derivados de la cocoa. Adicionalmente, la presencia de fécula en la formulación F3 podría generar un efecto de dilución, reduciendo la concentración efectiva de antioxidantes.

En conjunto, los resultados muestran que F2 se comporta como una mezcla funcional significativamente más robusta, la evidencia indica que la selección y estabilidad de los ingredientes poseen un impacto determinante sobre la capacidad antioxidante final del producto ya que se encontró que entre 80 y 120 °C las antocianinas son relativamente estables, pero a temperaturas mayores, su degradación sigue una cinética de primer orden es decir que mientras más compuesto exista, más rápido se degrada, mientras menos queda, más lento continúa la degradación. Con ello disminuye también la capacidad antioxidante del extracto (13).

Discusión.

Los resultados del presente estudio evidencian una asociación entre el contenido de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante (FRAP) en premezclas sin gluten. La formulación F2 (con cacao) alcanzó 2041 mg/kg EAG y 3306 mg/kg EAA, mientras que F3 (maíz morado–arándano) presentó 456 mg/kg EAG y 505 mg/kg EAA. Estas diferencias reflejan el efecto de la selección de ingredientes y su estabilidad en matrices secas destinadas a productos libres de gluten.

La magnitud de los resultados para F2 es consistente con lo descrito en la literatura reciente sobre productos horneados enriquecidos con cocoa, en bizcochos funcionales con adición de cocoa, se reportaron contenidos fenólicos de aproximadamente 1.20–1.87 mg EAG/g (1200–1870 mg/kg) y valores FRAP de 1.84–4.00 mg EAA/g (1840–4000 mg/kg) (11). En este contexto, el contenido fenólico de F2 (2041 mg/kg) se sitúa ligeramente por encima del rango superior informado, y su FRAP (3306 mg/kg) dentro del intervalo observado para matrices con cocoa, lo que apoya la plausibilidad de los valores obtenidos.

La superioridad de F2 se explica, en parte, por el aporte de flavanoles del cacao (catequinas y procianidinas), conocidos por aportar un alto poder reductor. Además, estos compuestos suelen ser más estables que las antocianinas frente a factores de degradación durante el almacenamiento y el procesamiento, lo que favorece que una fracción importante de su actividad se mantenga disponible en la mezcla (14).

En relación con F3, su contenido de polifenoles totales (CPT) (456 mg/kg; equivalente a 45.6 mg/100 g) se ubica en un rango comparable al descrito para pan sin gluten enriquecido con harina de maíz morado, según el estudio Monsierra et al. (10) informo 52.91 mg de EAG/100 g (≈ 529 mg/kg) en pan con 34% de maíz morado, valor

cercano al observado en esta formulación. Esto sugiere que, al combinar maíz morado con ingredientes menos ricos en fenoles (almendra y fécula), el contenido fenólico global se modera.

Sin embargo, la capacidad antioxidante de F3 fue sustancialmente menor que la de F2. En el pan con 34% de maíz morado, Monsierra et al. (9) reportaron FRAP de 3.55 μmol equivalentes de Trolox/g. Aunque esta unidad no es directamente equivalente a mg/kg EAA, el resultado confirma que el maíz morado puede contribuir a la capacidad antioxidante; en nuestro caso, la presencia de fécula de papa (efecto de dilución) y la posible menor estabilidad de antocianinas pueden explicar la reducción del poder reductor observado.

Es importante señalar que la interpretación entre formulaciones debe tomarse con cautela, ya que el estudio no incluyó análisis estadísticos inferenciales que permitan confirmar significancia estadística, lo que podría generar sesgos en la interpretación de los resultados.

La comparación con estudios de materia prima respalda esta interpretación. En la caracterización de harina integral de maíz morado 'Moragro', Rodríguez et al. (15) reportaron 2.71 mg EAG/g (≈ 2710 mg/kg) y FRAP de 22 μmol equivalentes de Trolox/g en la harina sin digerir, estos valores, propios de la harina pura, son mayores que los registrados en F3, lo que sugiere que el porcentaje real de ingredientes ricos en fenoles (maíz morado/arándano) dentro de la mezcla y la interacción con almidones y proteínas son determinantes para el resultado final.

Otro aspecto relevante es la inclusión de harina de grillo en ambas formulaciones, es que se ha descrito que el tratamiento térmico del polvo de grillo puede modificar su CTP y su actividad antioxidante (incluyendo FRAP) en rangos de temperatura típicos de horneado, por lo que es posible que el desempeño antioxidante final dependa también del alimento elaborado a partir de la premezcla (galletas, panes u otros) (16). Por ello, se recomienda evaluar en futuros trabajos el efecto del horneado real sobre la retención de fenólicos y la capacidad antioxidante. (17,18).

Conclusiones.

Las premezclas sin gluten evaluadas presentaron diferencias marcadas en el contenido de compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante, ya que la formulación F2 exhibió un contenido fenólico y una capacidad antioxidante considerablemente superiores a la formulación F3, lo que evidencia la influencia determinante de la composición y estabilidad de los ingredientes utilizados.

Además, existe una relación positiva entre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante medida por el método FRAP, por lo que la incorporación de ingredientes ricos en flavonoides estables, como la cocoa, mejora el potencial funcional de las premezclas sin gluten.

Dentro de las limitaciones de este estudio se considera que este estudio se caracteriza por ser un estudio corto y que es parte del proyecto de investigación "Alimento

Nutricional para pacientes con enfermedad celíaca basado en necesidades nutricionales" con resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0320-R, por lo que se recomienda que en estudios futuros se amplíe el número de formulaciones, se incluyan réplicas y se apliquen análisis estadísticos para fortalecer la validez de los resultados, que muestran que aún después de procesos térmicos como la extrusión, se encuentra potencial antioxidante en los alimentos.

A pesar de estas limitaciones, los resultados apoyan el potencial de formular premezclas sin gluten con enfoque funcional, priorizando ingredientes ricos en compuestos fenólicos estables.

Los resultados respaldan la importancia de optimizar la formulación de productos sin gluten con enfoque funcional, contribuyendo al desarrollo de alternativas nutricionalmente más completas para personas con enfermedad celíaca.

Bibliografía

1. Tahosin A, Halim A, Sarker S, Khatun H, Mozumder R, Wazed A, et al. Assessment of the quality of flour from diverse ingredients and their fortified complementary foods. *Applied Food Research*. 2025 Dec 1;5(2).
2. Skendi A, Papageorgiou M, Varzakas T. High protein substitutes for gluten in gluten-free bread. *Foods*. 2021 Sep 1;10(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34574106/>
3. Roldán D, Muñiz S, Daroqui N, Knez M, Guillamón J, Pérez R. The potential role of yeasts in the mitigation of health issues related to beer consumption. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2024;64(10):3059–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36222026/>
4. Peñalver R, Ros G, Nieto G. Development of Functional Gluten-Free Sourdough Bread with Pseudocereals and Enriched with Moringa oleifera. *Foods*. 2023 Nov 1;12(21). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37959040/>
5. Gumul D, Korus J, Surma M, Ziobro R. Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes (*Solanum tuberosum* L.) as an innovative ingredient in the production of gluten-free bread. *PLoS One*. 2020 Sep 1;15(9 September). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32946470/>
6. Kruczek M, Gumul D, Korus A, Buksa K, Ziobro R. Phenolic Compounds and Antioxidant Status of Cookies Supplemented with Apple Pomace. *Antioxidants*. 2023 Feb 1;12(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36829883/>
7. Sabuncu M, Dulger D, Sahan Y. In vitro biological activity and nutritional evaluation of purple potato (*Solanum tuberosum* L. var. Vitelotte). *BMC Chem*. 2025 Dec 1 [cited 2025 Jun 7];19(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40317061/>

8. Siow C, Chan E, Wong C, Chee W. Antioxidant and sensory evaluation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) tea formulated with cocoa bean hull of different origins. *Future Foods*. 2022 Jun 1;5.
9. Conforti PA, Patrignani M. Increase in the antioxidant content in biscuits by infusions or *Prosopis chilensis* pod flour. *Open Agric*. 2021 Jan 1;6(1):243–53.
10. Monsierra L, Mansilla PS, Pérez GT. Whole Flour of Purple Maize as a Functional Ingredient of Gluten-Free Bread: Effect of In Vitro Digestion on Starch and Bioaccessibility of Bioactive Compounds. *Foods*. 2024 Jan 1;13(2).
11. Sik B, Kovács K, Lakatos E, Kapcsándi V, Székelyhidi R. Increasing the functionality of sponge cakes by mint, and cocoa powder addition. *Heliyon*. 2023 Sep 1;9(9).
12. Pirca M, Malange Y, Ramos F, Muñoz A, Cancino K. Antioxidant Properties, Texture and Sensory Quality of Sliced Bread Enriched with Leaf Powder from Mango (*Mangifera indica*). *Pol J Food Nutr Sci*. 2024;74(4):313–22.
13. Slavu M, Aprodu I, Milea Ștefania, Enachi E, Râpeanu G, Bahrim G, et al. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins Extracted from Purple Maize Flour Extract and the Effect of Heating on Selected Biological Functionality. *Foods*. 2020 Nov 1;9(11).
14. Jaćimović S, Popović J, Sarić B, Krstić A, Mickovski V, Pantelić N. Antioxidant Activity and Multi-Elemental Analysis of Dark Chocolate. *Foods*. 2022 May 1;11(10).
15. Rodríguez M, Monsierra L, Mansilla P, Pérez G, de Pascual S. Phenolic Characterization of a Purple Maize (*Zea mays* cv. “Moragro”) by HPLC-QTOF-MS and Study of Its Bioaccessibility Using a Simulated In Vitro Digestion/Caco-2 Culture Model. *J Agric Food Chem*. 2024 Mar 27;72(12):6327–38.
16. Kowalski S, Gumul D, Oracz J, Rosicka J, Mikulec A, Mickowska B, et al. Chemical Composition, Antioxidant Properties and Sensory Aspects of Sponge Cakes Supplemented with Edible Insect Flours. *Antioxidants*. 2023 Nov 1;12(11).
17. Suga N, Tsumura E, Naito Y, Hamaguchi I, Matsuda S, Kawabata K, et al. Thermal stability of cricket powder and its effects on antioxidant activity, physical, and sensory properties of rice crackers. *LWT*. 2023 Aug 15;186.
18. Aiello D, Barbera M, Bongiorno D, Cammarata M, Censi V, Indelicato S, et al. Edible Insects as an Alternative Nutritional Source of Bioactive Compounds: A Review. Vol. 28, *Molecules*. MDPI; 2023.