

Desarrollo de una galleta dulce reducida en grasa y azúcar, enriquecida con harina de amaranto

Development of a sweet biscuit reduced in fat and sugar, fortified with amaranth flour

Torres Palacios, LM¹; Flórez Pallares, I²; Tarazona Díaz, MP¹

1 Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

2 Empresa Givaudan, Colombia S.A.S. Bogotá, Colombia.

Recibido: 14/mayo/2019. Aceptado: 28/junio/2019.

RESUMEN

Introducción y objetivo: Actualmente, el sobrepeso y la obesidad en el mundo son considerados un problema grave de salud pública. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue desarrollar una galleta dulce con harina de amaranto, reducida parcialmente en azúcar y grasa con el uso de sucralosa y fibersol-2.

Métodos: A partir de una formulación de galleta dulce con amaranto (F_i), se generaron tres formulaciones con reducción del 40% azúcar – 30% grasa (F₁), 50% azúcar – 50% grasa (F₂) y 60% azúcar – 40% grasa (F₃), con las que se determinó el contenido calórico, análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico.

Resultados y discusión: Se disminuyó el contenido calórico en la galleta hasta un 12,28% con F₃. Adicionalmente, todas las muestras presentaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dentro de los límites establecidos por la normatividad para galletas sin relleno. En cuanto a la caracterización sensorial, solo se presentaron diferencias significativas en el aroma y el residual edulcorante; la primera diferencia podría estar relacionada con los componentes volátiles que la margarina proporciona durante el proceso; mientras que la segunda estaría vinculada con el uso de sucralosa en la formulación. No obstante, tales diferencias no afectaron la aceptación del producto.

Conclusión: Es posible desarrollar una galleta dulce con harina de amaranto reducida parcialmente en azúcares y grasas con el uso de sucralosa y 2-fibersol. Lo anterior da respuesta a la creciente necesidad de alimentos con bajo contenido calórico, así como el uso de materias primas con potencial nutricional como el amaranto.

PALABRAS CLAVE

Agentes edulcorantes, compuestos volátiles, formulación, sustitutos de grasa.

ABSTRACT

Introduction and objective: Nowadays, overweight and obesity are considered such as serious public health problems around the world. Therefore, the objective of this study was to develop a sweet biscuit with amaranth flour and, partially reduced in sugar and fat with the use of sucralose and fibersol-2.

Methods: beginning with a biscuit with amaranth recipe (F_i), were designed three formulations with reductions of 40% sugar – 30% fat (F₁), 50% sugar – 50% fat (F₂) and 60% sugar – 40% fat (F₃), and then, caloric content, physicochemical, microbiological and sensory analysis were determined for all samples.

Results and discussion: The biscuit's caloric content was reduced until 12.28% with formulation F₃. Moreover, all samples showed physicochemical and microbiological parameters within the regulatory levels established for biscuits without filling. In sensory characterization, only in aroma and the residual sweetener parameter determined significant differ-

Correspondencia:

MP Tarazona Díaz
marthap.tarazonad@utadeo.edu.co

ences; on one hand, differences in aroma can be explained by the volatile compounds than margarine can provide during baking process; on the other hand, differences in residual sweetener parameter can be attributed to the use of sucralose. However, those differences do not greatly affect product acceptance.

Conclusions: It is possible to develop a sweet biscuit with amaranth flour and, partially reduced in sugar and fat with the use of sucralose and 2-fibersol. The above provides a product to the growing demand of food with low caloric content and, the use of new raw materials such as amaranth.

KEYWORKDS

Sweetening agents, volatile organic compounds, formulation, fat substitutes.

ABREVIATURAS

NTC: Norma técnica colombiana.

OMS: Organización mundial de la salud.

IMC: Índice de masa corporal.

EFSA: European Food Safety Authority.

FDA: United States Food and Drug Administration.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una condición física que ha ido en aumento durante los últimos años. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el porcentaje de adultos con índice de masa corporal (IMC) superior o igual a $25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (catalogado como sobrepeso) alcanzó el 38,9% de la población mundial en 2016; siendo obesos (con $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) un 13,1%. En Colombia, tales cifras ascienden al 59,0 y 22,3% respectivamente¹; convirtiendo a la obesidad como un problema de salud pública. Por consiguiente, debido a que tal condición está asociada con el desarrollo de enfermedades como diabetes, hipertensión, dislipidemia y trastornos de carácter cardiovascular²⁻³; se han realizado esfuerzos para la promoción de una alimentación sana y balanceada incluyendo el consumo de lácteos, frutas, cereales, entre otros, supliendo la necesidad de la población vulnerable en términos de nutrición⁴.

Dentro de las principales causas de la obesidad se encuentra el consumo elevado de alimentos con alto contenido en azúcares. Por tal razón, se han desarrollado edulcorantes capaces de proporcionar cualidades organolépticas similares sin incrementar el valor energético de la matriz alimentaria; algunos de ellos como el aspartamo (E951), la sacarina (E954) y la sucralosa (E955) tienen la aprobación de autoridades como la European Food Safety Authority (EFSA) y la Food & Drug Administration (FDA)⁵⁻⁶, siendo una alternativa para la dieta en pacientes con diabetes tipo 1⁷. Asimismo, existen

sustitutos para otros componentes altamente energéticos como las grasas, ya que pueden imitar las cualidades de textura y cremosidad que dichos ingredientes aportan; por ejemplo, el uso de polisacáridos como polidextrosas⁸, inulina y maltodextrinas⁹. Por lo tanto, la formulación de alimentos con bajo contenido calórico es posible con el uso de sustitutos sin afectar en gran medida sus cualidades organolépticas, generando inclusive productos con mayor aceptación¹⁰.

Con el objetivo de diversificar el mercado con nuevos productos, se han utilizado materias primas como el amaranto. El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un cultivo tolerante a la sequía cuyas semillas son buena fuente de proteína, siendo ricas en lisina y aminoácidos sulfurados¹¹, así como una alta capacidad antioxidante¹². Por consiguiente, se han comparado las propiedades fisicoquímicas de la harina de tales semillas con otros pseudocereales como la quinua o la chía¹³, los cuales han sido estudiados para la formulación de productos tales como galletas¹⁴ o magdalenas¹⁵; lo anterior con el fin de desarrollar alimentos reducidos en harina de trigo, o inclusive libres de gluten.

Bajo las necesidades de reducción de valor energético en los alimentos, así como la incursión de nuevas materias primas; el objetivo de este estudio fue la implementación de sustitutos de grasa y azúcar en la formulación de una galleta dulce con harina de amaranto, así como su caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de las galletas se utilizaron las siguientes materias primas proporcionadas por la empresa Givaudan Colombia S.A: harina de trigo, harina de amaranto, harina integral, fibersol-2, bicarbonato de sodio, fosfato monocalcico, avena en hojuelas, frutos deshidratados, margarina, azúcar en cristales, azúcar invertido, sal, lecitina de soya, sucralosa, bicarbonato de amonio, metabisulfito de sodio y sabor vainilla.

Elaboración de galletas

En una batidora se mezcló, margarina, azúcar en cristales, azúcar invertido, lecitina de soya, sal, sucralosa, sabor vainilla y agua hasta obtener una mezcla homogénea sin presencia de grumos. Posteriormente, se amasó la mezcla con harina de trigo, harina de amaranto, harina integral, avena en hojuelas, frutos deshidratados, fibersol-2, bicarbonato de sodio, fosfato monocalcico, bicarbonato de amonio y metabisulfito de sodio; las cantidades de cada ingrediente varían según la formulación (Tabla 1). Seguido de ello, la masa homogénea se laminó hasta obtener un espesor de 2,0 mm y luego se colocó en un molde de 25 cm^2 . Por último, las galletas se hornearon a $160 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 11 minutos, se enfriaron hasta $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ y se empacaron en bolsas de polietileno hasta su análisis.

Tabla 1. Formulación de galletas dulces.

INGREDIENTE	F _i	F ₁	F ₂	F ₃
Harina de trigo	29,00	35,00	31,00	30,00
Harina de amaranto	13,00	15,00	17,00	16,00
Harina integral	9,00	10,00	13,00	12,00
Firbesol-2	-	5,00	6,00	7,00
Bicarbonato de sodio	0,60	0,60	0,60	0,60
Fosfato monocálcico	0,60	0,60	0,60	0,60
Avena en hojuelas	1,50	2,50	1,50	1,50
Frutos deshidratados	8,00	3,44	2,76	4,13
Margarina	10,00	5,00	4,00	3,00
Azúcar en cristales	12,00	4,31	3,44	5,17
Azúcar invertido	2,00	0,86	0,69	1,03
Sal	0,17	0,17	0,17	0,17
Lecitina de soya	0,50	0,90	0,90	0,90
Sabor vainilla	0,30	0,30	0,30	0,30
Sucralosa	-	0,03	0,03	0,03
Bicarbonato de amonio	0,70	0,70	0,70	0,70
Metabisulfito de sodio	0,02	0,02	0,02	0,02
Agua	13,0	15,5	17	16

Fi: Formulación inicial, F₁, F₂ y F₃: Formulación con reducción de 40% azúcar – 30% grasa, 50% azúcar – 50% grasa y 60% azúcar – 40% grasa (F₃) respectivamente.

Formulación de galletas

Se realizaron pruebas a escala laboratorio donde se partió de una galleta dulce sin reducción de azúcar ni grasa (F_i). Posteriormente, se elaboraron galletas con una disminución del 40% azúcar – 30% grasa (F₁), 50% azúcar – 50% grasa (F₂) y 60% azúcar – 40% grasa (F₃) (Tabla 1), con las que se determinó el contenido calórico, análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico.

Determinación de calorías en galletas

De acuerdo con información acerca de la composición química de cada ingrediente¹⁷, se determinó la energía disponible en las galletas utilizando el factor de Atwater¹⁸: proteínas: 4 kcal/g, carbohidratos: 4kcal/g y grasas: 9kcal/g.

Caracterización fisicoquímica

Se cuantificó el contenido de humedad con el uso de una balanza halógena (Mettler toledo HG43-s Halogen, Switzerland, Suiza) expresando el contenido de agua en términos de porcentaje (%). Además, se determinó el pH según el método potenciométrico descrito en la AOAC 943.02¹⁹. Estos procedimientos fueron realizados por triplicado para cada formulación.

Análisis microbiológico

Se realizaron diluciones 10⁻¹, 10⁻² y 10⁻³ para cada una de las muestras, con las que se determinó recuento de aerobios mesófilos en medio PCA, *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en agar manitol, mohos y levaduras en YGC y *Escherichia Coli* en medio agar MacConkey; expresando los resultados en términos de unidades formadoras de colonia (UFC)/g.

Evaluación sensorial

Se utilizó un panel sensorial informal conformado por 8 personas, entrenados por la empresa para catación, quienes evaluaron los siguientes parámetros: sabor vainilla, sabor cereal, dulzor, sabor amargo, residual edulcorante, aroma total, y sabor total. Tales factores fueron seleccionados luego de la evaluación por parte de un especialista en el área sensorial, quien los determinó como los atributos característicos de la galleta. El sistema de evaluación consistió en una escala numérica de 0-100, la cual representa la ausencia (0) o muy alta presencia (100) del aspecto evaluado. No se tuvo en cuenta la textura ni el color ya que no hubo variación perceptible. Los resultados fueron sometidos a ANOVA y test de Tukey (p<0,05) para identificar diferencias significativas.

RESULTADOS

Caracterización fisicoquímica y determinación de calorías

En la Tabla 2, se muestra el contenido de humedad, pH y determinación de calorías.

Análisis microbiológico

Solo hubo presencia de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en F₁ (80 UFC/g); sin embargo, tal recuento está dentro de los parámetros de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1241 (<100 UFC/g) para galletas sin relleno de buena calidad¹⁶.

Evaluación sensorial

Según ANOVA y test de Tukey (p<0,05), no se encontraron diferencias significativas en los atributos: sabor total, sabor vainilla, sabor cereal, dulzor y sabor amargo. No obstante, en las características residual edulcorante y aroma total si se pre-

Tabla 2. Contenido de humedad, pH y determinación de calorías de las formulaciones de galleta dulce.

Parámetro	F _i	F ₁	F ₂	F ₃
Humedad (%)*	5,17 ± 0,06	6,07 ± 0,02	6,58 ± 0,015	6,20 ± 0.01
pH**	7,32 ± 0,01	7,31 ± 0.01	7,39 ± 0,01	7,98 ± 0,01
Valor energético (Kcal/100g)	350,0	314,3	321,4	307,1
Valor energético (Kcal/14g) Porción	49	44	45	43

*Promedio ± desviación estándar (n=3).

sentaron diferencias, siendo la formulación sin reducción de azúcar y grasa la que obtuvo el valor más alto en aroma y el más bajo en residual edulcorante (Figura 1).

DISCUSIÓN

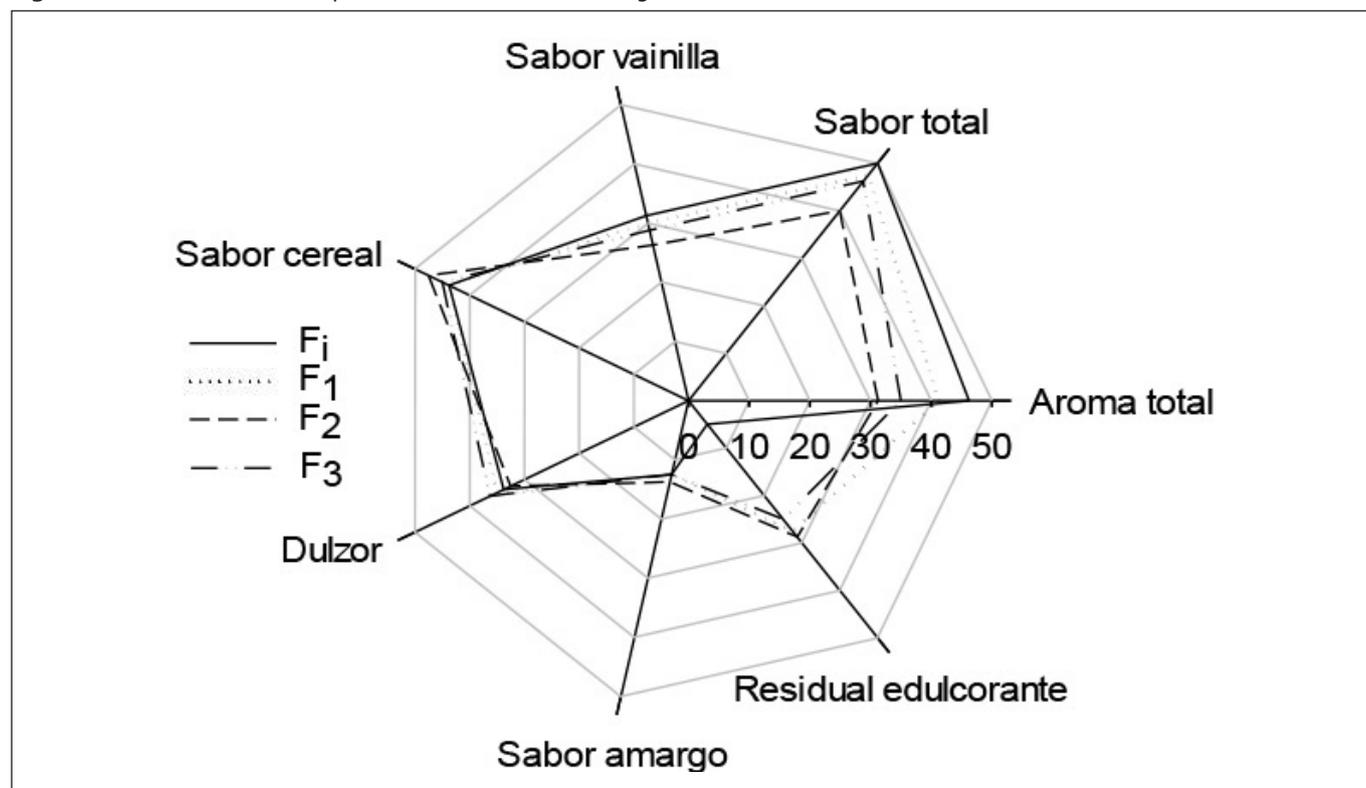
Caracterización fisicoquímica y determinación de calorías

La galleta sin reducción de azúcar y grasa presentó el menor contenido de agua, mientras que la formula F₃ obtuvo el mayor pH (Tabla 2). No obstante, todas las formulaciones están dentro del rango establecido por la norma NTC 1241 (humedad de máximo 10% y pH entre 5,6-9,5)¹⁶. Por otra parte, los resultados de este estudio son superiores a lo obtenido

para galletas con harina de banano y semillas de sésamo (pH: 5,24 ± 0,01, humedad: 3,83 ± 0,03%)²⁰ galletas con harina de arroz como sustituto de la harina de trigo al 50% (humedad: 5,64 ± 0,06 %) ²¹ y galletas con semillas de chía (pH: 6,41 ± 0,01)¹⁴. Cabe resaltar que aunque el pH de las galletas puede favorecer el crecimiento microbiano²², el bajo contenido de agua permite la conservación del producto.

Las calorías determinadas para la galleta dulce son inferiores a lo reportado para galletas maría (406 Kcal/100g), galletas de avena reducidas en grasa (365Kcal/100g)¹⁷ y galletas reducidas en grasa con gel de inulina como sustituto al 20% (426 Kcal/100g)²³. Por otro lado, con el uso de sucralosa y fribesol-2, el valor energético de la galleta logró disminuirse hasta en 12,28% con F₃ (Tabla 2); siendo similar a lo obte-

Figura 1. Perfil sensorial descriptivo de las formulaciones de galleta con harina de amaranto.



nido para galletas de arveja amarilla con maltodextrina como sustituto de la grasa (logrando una reducción de 13,96%)⁹. Lo anterior muestra que todas las formulaciones tienen un bajo contenido calórico; no obstante, si se requiere disminuir en mayor medida el valor energético de la formulación, es necesario reducir el porcentaje de harina de trigo (Tabla 1), ya que es el ingrediente que aporta mayor cantidad de macronutrientes con valor energético.

Análisis microbiológico

Aunque el recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva está dentro de lo establecido por la norma, la presencia de este tipo de microorganismo puede ocasionar intoxicaciones alimentarias causadas por enterotoxinas estafilocócicas, siendo esta una de las enfermedades transmitidas por alimentos más comunes en el mundo²². Para impedir la presencia de organismos patógenos, es necesaria la ejecución de las buenas prácticas de manufactura, ya que evitan la transferencia de microorganismos indeseados durante la cadena de elaboración, distribución y comercialización de alimentos.

Evaluación sensorial

Conforme a los resultados (Figura 1), se evidencia que los productos con bajo contenido en grasa tienen una menor apreciación de aroma. Lo anterior puede explicarse debido a que la margarina aporta compuestos que durante el horneado se degradan en componentes volátiles, como resultado de reacciones inducidas térmicamente. Según Matsakidou et al. (2010)²⁴, 63 componentes volátiles se encuentran en ponqué Madeira preparado con margarina, de entre los que se destacan aldehídos, cetonas, alcoholes etc. Por lo tanto, el uso de sustitutos de grasa puede disminuir la disponibilidad de componentes que posteriormente se degradan, reduciendo el aroma de la galleta.

A pesar de que todas las formulaciones llegaron a la misma apreciación de dulzor (Figura 1), las galletas con sucralosa exhibieron un sabor residual superior a comparación de la galleta endulzada exclusivamente con azúcar; sin embargo, tal característica residual no está relacionada a sabores amargos que puedan afectar la aceptación del producto.

CONCLUSIONES

Con el uso de sucralosa y fibresol-2 fue posible formular galletas dulces con harina de amaranto, logrando una reducción de hasta el 12,28% del valor energético, proporcionando características organolépticas similares a la formulación sin reducción calórica y cumpliendo con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos expuestos por la normatividad. Lo anterior da respuesta a la creciente necesidad de alimentos con bajo contenido calórico, así como el uso de materias primas con potencial nutricional como el amaranto.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa GIVAUDAN COLOMBIA y a la Universidad Jorge Tadeo Lozano, por prestar sus instalaciones, equipos y personal para la realización de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization, Global Health Observatory (GHO) data; 2019 [Citado 2019 Febrero 27]. Disponible en: <https://www.who.int/gho/en>
2. Kotsis V, Tsioufis K, Antza C, Seravalle G, Coca A, Sierra C, Lurbe E, Stabouli S, Jelakovic B, Redon J, Redon P, Nilsson PM, Jordan J, Micic D, Finer N, Leitner DR, Toplak H, Tokgozoglul L, Athyros V, Elisaf M, Filippatos TD, Grassi G, Obesity and cardiovascular risk: a call for action from the European Society of Hypertension Working Group of Obesity, Diabetes and the High-risk Patient and European Association for the Study of Obesity: part B: obesity-induced cardiovascular disease, early prevention strategies and future research directions, *J. Hypertens.*, 2018, 36(7): 1441-1455.
3. Kotsis V, Jordan J, Micic D, Finer N, Leitner DR, Toplak H, Tokgozoglul L, Athyros V, Elisaf M, Filippatos TD, Redon J, Redon P, Antza C, Tsioufis K, Grassi G, Seravalle G, Coca A, Sierra C, Lurbe E, Stabouli S, Jelakovic B, Nilsson PM, Obesity and cardiovascular risk: a call for action from the European Society of Hypertension Working Group of Obesity, Diabetes and the High-risk Patient and European Association for the Study of Obesity: part A: mechanisms of obesity induced hypertension, diabetes, and dyslipidemia and practice guidelines for treatment, *J. Hypertens.*, 2018, 36(7): 1427-1440.
4. Pulido R, Pinzón DM, Tarazona-Díaz, MP, Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial de queso fresco. *Nutr. Clin. diet. hosp.*, 2018, 38(3): 74-79.
5. FDA, Food Additive Status List; 2018 [Citado 2019 Febrero 27]. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm091048.htm#ftnS>
6. European Parliament, Database on Food Additives; 2008 [Citado 2019, Febrero 27]. Disponible en: https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/?event=display
7. Dewinter L, Casteels K, Corthouts K, Van de Kerckhove K, Van der Vaerent K, Vanmeerbeeck K, Matthys C, Dietary intake of non-nutritive sweeteners in type 1 diabetes mellitus children, *Food Addit. Contam. Part A*, 2015, 33(1): 19-26.
8. Moriano ME, Cappa C, Alamprese C, Reduced-fat soft-dough biscuits: Multivariate effects of polydextrose and resistant starch on dough rheology and biscuit quality, *J. Cereal Sci.*, 2018, 81:171-178.
9. Colla K, Gamlath S, Inulin and maltodextrin can replace fat in baked savoury legume snacks, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2015, 50(10):2297-2305.
10. Rodríguez LTF, Campderrós ME, The combined effects of Stevia and sucralose as sugar substitute and inulin as fat mimetic on the physicochemical properties of sugar-free reduced-fat dairy dessert, *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 2017, 10:16-23.

11. Alemayehu FR, Bendevis MA, Jacobsen S-E, The potential for Utilizing the Seed Crop Amaranth (*Amaranthus* spp.) in East Africa as an Alternative Crop to Support Food Security and Climate Change Mitigation, *J. Agron. Crop Sci.*, 2015, 201(5): 321-329.
12. López-Mejía OA, López-Malo A, Palou E, Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves, *Ind. Crops Prod.*, 2014, 53:55-59.
13. Torres-Vargas OL, García-Salcedo AJ, Ariza-Calderón H, Physical-chemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), and chia (*Salvia hispanica* L.) flours and seeds, *Acta Agronómica*, 2018, 67(2):215-222.
14. O HB, Song KY, Joung KY, Shin SY, Kim YS, Effects of chia (*Salvia Hispanica* L.) seed roasting conditions on quality of cookies, *Ital. J. Food Sci.*, 2018, 31(1):54-66.
15. Miranda-Villa PP, Mufari JR, Bergesse AE, Calandri EL, Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality, *J. Food Sci.*, 2019, 84(1):147-153.
16. ICONTEC, NTC 1241 - Productos de molinería galletas. Bogotá D.C., (2007).
17. USDA, Food Composition Databases; 2019 [Citado 2019 Febrero 27]. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
18. FAO, Calculation of the energy content of foods - energy conversion factors. en: FAO, editores. Food energy - methods of analysis and conversion factors, Rome, 2002. p. 18-37.
19. AOAC, AOAC Official method 943.02 pH of Flour (Potentiometric Method), Arlington (2000).
20. Loza A, Quispe M, Villanueva J, Peláez PP, Development of functional cookies with wheat flour, banana flour (*Musa paradisiaca*), sesame seeds (*Sesamum indicum*) and storage stability," *Sci. Agropecu.*, 2017, 8(4):315-325.
21. Klunklin W, Savage G, Effect of Substituting Purple Rice Flour for Wheat Flour on Physicochemical Characteristics, In Vitro Digestibility, and Sensory Evaluation of Biscuits, *J. Food Qual.*, 2018, 2018:8052847.
22. Hennekinne J-A, De Buyser M-L, Dragacci S, Staphylococcus aureus and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation, *FEMS Microbiol. Rev.*, 2012, 36(4):815-836.
23. Krystyjan M, Gumul D, Ziobro R, Sikora M, The Effect of Inulin as a Fat Replacement on Dough and Biscuit Properties, *J. Food Qual.*, 2015, 38(5):305-315.
24. Matsakidou A, Blekas G, Paraskevopoulou A, Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil, *LWT - Food Sci. Technol.*, 2019, 43(6):949-957.