

Capacidad antioxidante de galletas elaboradas de fuentes no convencionales

Antioxidant capacity of cookies made from unconventional sources

Capacidade antioxidante de biscoitos elaborados a partir de fontes não convencionai

Claudia Millán

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO-GUERRERO, MÉXICO

claudiamillan@uhipocrates.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9461-1336>

Jorge Sandoval

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO-GUERRERO, MÉXICO

jorgesandoval@uhipocrates.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9550-492X>

Irma Baldovinos

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO-GUERRERO, MÉXICO

irmabaldovinos@uhipocrates.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6242-2346>

Thelma Galeana

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO-GUERRERO, MÉXICO

galeanathelma@uhipocrates.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9967-2365>

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.15>

Recibido: 10-X-2022 / **Aceptado:** 30-XI-2022 / **Publicado:** 05-XII-2022

Resumen

La capacidad antioxidante es la actividad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su acción para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante, los cuales comúnmente son ingeridos a través de los alimentos. En ese sentido, existen tres fuentes de alimentos que cuentan con fitoquímicos con alta capacidad antioxidante, esto son: betabel por su presencia de betalaínas y grupos fenólicos libres; el amaranto contiene péptidos bioactivos; para el caso de la miel cuenta con compuestos fenólicos y flavonoides. Por tanto, se tuvo como objetivo principal evaluar la capacidad antioxidante en la elaboración de galletas enriquecidas con antioxidantes provenientes de la harina de amaranto, betabel, cacahuete y nopal. Se realizó una investigación experimental, cuantitativa, las muestras se trabajaron por triplicado y además se empleó un blanco control; se elaboraron harinas elaboradas de harinas de amaranto, betabel, cacahuete y nopal, por separado, posteriormente se realizaron dos formulaciones de las galletas, empleando diferentes porcentajes de las harinas, para el endulzado de las mismas se utilizó miel. Se determinó la capacidad

antioxidante, utilizando ABTS. Obteniendo como resultado, una capacidad antioxidante de 75.66 % y 68.17 % para G7075 y la G9055, respectivamente. Llegando a la conclusión que las galletas son una fuente de antioxidantes con alta capacidad, que probablemente le den una propiedad funcional con beneficio al organismo.

Palabras clave: alimentos enriquecidos, amaranto, antioxidantes, betabel, capacidad antioxidante.

Abstract

The antioxidant capacity is the activity of a substance to inhibit oxidative degradation, in such a way that an antioxidant acts, mainly, thanks to its action to react with free radicals and, therefore, receives the name of antioxidant, which are commonly ingested through food. In this sense, there are three food sources that have phytochemicals with high antioxidant capacity, that is: beets due to their presence of betalains and free phenolic groups; amaranth contains bioactive peptides; in the case of honey, it has phenolic and flavonoid compounds. Therefore, the main objective was to evaluate the antioxidant capacity in the preparation of cookies enriched with antioxidants from amaranth, beet, peanut and nopal flour. An experimental, quantitative investigation was carried out, the samples were worked in triplicate and a control blank was also used; flours made from amaranth, beet, peanut and nopal flours were prepared separately, later two formulations of the cookies were made, using different percentages of the flours, honey was used to sweeten them. The antioxidant capacity was determined using ABTS. Obtaining as a result, an antioxidant capacity of 75.66% and 68.17% for G7075 and G9055, respectively. Coming to the conclusion that cookies are a source of antioxidants with high capacity, which probably give a functional property that benefits the body.

Keywords: fortified foods, amaranth, antioxidants, beets, antioxidant capacity.

Resumo

A capacidade antioxidante é a atividade de uma substância em inibir a degradação oxidativa, de modo que um antioxidante atua, principalmente, graças à sua ação de reagir com os radicais livres e, por isso, recebe o nome de antioxidante, os quais são comumente ingeridos por meio da alimentação. Nesse sentido, existem três fontes alimentares que possuem fitoquímicos com alta capacidade antioxidante, a saber: a beterraba pela presença de betalaínas e grupos fenólicos livres; amaranto contém peptídeos bioativos; no caso do mel, possui compostos fenólicos e flavonoides. Portanto, o objetivo principal foi avaliar a capacidade antioxidante na elaboração de biscoitos enriquecidos com antioxidantes de farinha de amaranto, beterraba, amendoim e nopal. Foi realizada uma investigação experimental quantitativa, as amostras foram trabalhadas em triplicata e também foi utilizado um branco de controle; farinhas de amaranto, beterraba, amendoim e nopal foram preparadas separadamente, posteriormente foram feitas duas formulações dos biscoitos, utilizando diferentes porcentagens das farinhas, foi utilizado mel para adoçar. A capacidade antioxidante foi determinada usando ABTS. Obtendo como resultado, uma capacidade antioxidante de 75,66% e 68,17% para G7075 e G9055, respectivamente. Chegando à conclusão que os biscoitos são fonte de antioxidantes com alta capacidade, que provavelmente conferem uma propriedade funcional que beneficia o organismo.



Palavras-chave: alimentos fortificados, amaranto, antioxidantes, beterraba, capacidad antioxidante.

INTRODUCCIÓN

La capacidad antioxidante es la actividad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su acción para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante. Ahora bien, la capacidad que poseen para reaccionar con radicales libres puede beneficiar en condiciones patológicas asociadas al estado de “estrés oxidativo”, tales como cáncer, diabetes, aterosclerosis, desórdenes neurodegenerativos y envejecimiento (Cameron y Pauling, 1978, p. 4540; Braithwaite et al., 2014).

En ese sentido los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales básicos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades (Fuentes-Berrio et al., 2015, pp. 143-145). Ahora bien, se sabe que la mayoría de los alimentos funcionales posee propiedades como antioxidantes y esta característica se le atribuye principalmente a su potente actividad como quelantes de metales y actividad antirradical, además de que proporcionan actividad antimutagénica y antiinflamatoria; además pueden tener la capacidad de prevenir enfermedades tales como: cáncer, aterosclerosis, osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas; entre otras (Rojas et al., 2015, pp. 95-98).

Por lo anterior, el betabel por tiempos atrás se ha reconocido su poder antioxidante (Sawicki et al., 2016) que fluctúa entre $8.37 \% \pm 0.29$ a $21.83 \% \pm 0.35$ AOAC y no solo se le atribuye por la presencia de betalainas sino de otros compuestos bioactivos como polifenoles (Hayet Ben et al., 2014, p. 1935; Fuentes-Barría et al., 2018, p. 179).

Mientras que el amaranto es un pseudocereal, que no genera enfermedades celiacas, ya que no causa reacciones alérgicas en la mucosa intestinal (Wang et al., 2016). Algunos estudios utilizando harina de amaranto y aislados proteicos reportaron la presencia de péptidos y L-ácido ascórbico, beta carotenos, polifenoles, antocianinas y luteína. En lo que respecta a la capacidad antioxidante, se reportan valores de $154 \pm 15,7$ mg EAG/100 g materia seca (correspondientes a 1.54 ± 0.15 mg EAG/g materia seca) en semilla integral de *A. hypochondriacus*, obtenido con solución acuosa de metanol al 50% (Matías Luis et al, 2018 p 426-431; Narwade y Pinto, 2018 p. 74).

Por último, en el caso de la miel, diversas investigaciones consideran que el factor más importante que otorga la diversidad de color y sabor, es por la presencia de compuestos bioactivos como los fenólicos, flavonoides, ácidos benzoicos, ácidos cinámicos, entre otros, donde la concentración de ellos y su capacidad antioxidante que oscila entre $357.196.96$ mg EAA/100 g y 145.85 ± 0.35 µg/ Kg de miel, depende de las fuentes florales utilizadas para su obtención, así como de factores estacionales y ambientales



Con base a lo antes mencionado el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la capacidad antioxidante de galletas dulces elaboradas de fuentes no convencionales.

MÉTODO

Se realizó una investigación experimental, cuantitativa, donde a través de la formulación de un alimento se determinó la capacidad antioxidante, las muestras fueron analizadas por triplicado y se calculó el promedio y desviación estándar, además de aplicar una ANOVA, para determinar las diferencias significativas.

Procedimientos

Elaboración de harina:

Amaranto: Fue triturado en una licuadora convencional, durante 5 min, una vez molido se pasó a través de un tamiz (No. 25), después fue puesto en refrigeración hasta su uso.

Betabel: Se cortó y procesó en un procesador de alimentos industrial (Rhino® modelo PROAL-550), se colocó en charolas de acero inoxidable y se metió en horno de convección a 80 °C durante 4 horas. Una vez seco, se trituró en licuadora para la obtención de la harina, se tamizó (tamiz, No. 25), y posteriormente fue refrigerado hasta su uso.

Cacahuete: fueron limpiados quitándoles la cáscara que los recubre y posteriormente se trituraron en licuadora para la obtención de la harina, se tamizó (tamiz, No. 25) y fue refrigerado hasta su uso.

Nopal: se cortó en trozos de 1.5 a 2.0 cm, se colocó en charolas de acero inoxidable y se metió al horno de convección a 80 °C, durante tres horas. Una vez seco, se trituró en licuadora para la obtención de la harina, después se puso en refrigeración hasta su uso.

Formulación de las muestras (galletas dulces):

Para la elaboración de las galletas, se basó en una receta de galletas casera la cual fue modificada para agregar las materias primas que se proponen en la presente investigación. Posteriormente, se realizaron formulaciones con harina de trigo normal y harina de trigo integral en conjunto con las harinas elaboradas a base de amaranto, betabel, cacahuete y nopal, para conocer cuál sería el comportamiento de la mezcla respecto al color, consistencia de la masa, olor, sabor y textura. Una vez realizada la prueba con las diferentes harinas se pudo observar que la masa tuvo un mejor comportamiento con harina de trigo integral; por lo tanto, la harina de trigo integral fue la utilizada para realizar las galletas.

La formulación final con harina de trigo más las harinas de amaranto, betabel, cacahuete y nopal dio lugar a dos galletas enriquecidas con antioxidantes, G9055 y G70755. La diferencia entre G9055 y G7075, consiste en que la galleta G9055 tiene menor cantidad de harina de trigo integral (75 g), mayor cantidad de harina de betabel (25 g), menor cantidad de miel (55 g) y mayor cantidad de mantequilla (90 g); se tiene un aumento en la cantidad de harina de betabel, ya que este produjo un sabor endulzante, por esa misma razón se disminuyó la cantidad de miel. La galleta G7075 se realizó con mayor cantidad de harina de trigo integral (85 g), menor cantidad de betabel (15 g), mayor cantidad de miel (75 g) y menor cantidad de mantequilla (70 g); con esto esperamos que tenga una aceptación buena por el público.

Capacidad antioxidante

Se pesaron 77.6 mg del reactivo ABTS y se adicionaron 20 ml de agua destilada para obtener una concentración de 7 mM en solución acuosa. Posteriormente, se pesaron 13.2 mg de persulfato de potasio (2.45 mM) y se hizo reaccionar en un frasco ámbar con la solución de ABTS, dichas soluciones se homogenizaron y se cubrieron con papel aluminio. La solución se dejó incubar durante 16 horas a temperatura ambiente; por último, fue diluida la solución de ABTS en etanol absoluto hasta obtener una absorbancia inicial de 0.7 ± 0.02 a 732 nm (García Giraldo y Reyes Pineda, 2016; Ján et al., 2017).

La determinación de la actividad antioxidante se llevó a cabo de acuerdo con el método propuesto por Brand-Williams (1997) con ligeras modificaciones. Cada ensayo se realizó 3 veces y a su vez cada muestra por triplicado. Se pesaron 5 g de muestra, se maceraron y fueron aforados a 25 ml con etanol absoluto, cada muestra fue llevada a un agitador recíproco durante una hora, se extrajo el sobrenadante y se llevó a una centrifuga a 1,500 rpm durante 20 minutos, se recogió el sobrenadante y se aforó nuevamente a 25 ml con etanol. Cuando ya se tuvieron los extractos se procedió a determinar su capacidad antioxidante para lo cual se tomaron 50 µl de los extractos y se les agregaron 1.450 µl de ABTS y fueron llevados al espectrofotómetro a una longitud de onda de 732 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación de galletas enriquecidas con antioxidantes

Se eligió el amaranto (*Amaranthus* spp.), betabel (*Beta vulgaris* L.), cacahuete (*Arachis hypogaea*), huevo, miel, nopal (*Opuntia ficus-indica*) y leche; por su alto contenido en ácido fólico, betalaína, prolina y vitamina B12, que pueden ser útiles para generar un alimento enriquecido en antioxidantes (Ojo, et al., 2011).

Primeramente, se prepararon las galletas con la receta casera, éstas se formularon con azúcar, harina de trigo normal, huevo, leche, mantequilla y vainilla (muestra blanco control). Posteriormente, se realizaron formulaciones con harina de trigo normal y harina de trigo integral en conjunto con las harinas elaboradas a base de amaranto, betabel, cacahuete y nopal, para conocer cuál sería el comportamiento de la mezcla respecto al color, consistencia de la masa, olor, sabor y textura. Una vez realizada la prueba con las diferentes harinas se pudo observar que la masa tuvo un mejor comportamiento con harina de trigo integral; por lo tanto, la harina de trigo integral fue la utilizada para realizar las galletas.

La formulación final con harina de trigo más las harinas de amaranto, betabel, cacahuete y nopal dio lugar a dos galletas enriquecidas con antioxidantes, G9055 y G70755. La diferencia entre G9055 y G7075, consiste en que la galleta G9055 tiene menor cantidad de harina de trigo integral mayor cantidad de harina de betabel, menor cantidad de miel y mayor cantidad de mantequilla; se tiene un aumento en la cantidad de harina de betabel, ya que este produjo un sabor endulzante, por esa misma razón se disminuyó la cantidad de miel. La galleta G7075 se realizó con mayor cantidad de harina de trigo integral, menor cantidad de betabel, mayor cantidad de miel y menor cantidad de mantequilla.

En la tabla 1, se observa que las dos fórmulas de las galletas enriquecidas con harina de amaranto, betabel, cacahuete y nopal, poseen un porcentaje elevado de capacidad antioxidante comparado con la galleta blanco control (37.93 %) G9055 de 68.17% y G7075 con un valor de 75.66%.

Tabla 1

Resultados comparativos de la capacidad antioxidante por ABTS

Muestras	Capacidad antioxidante	Desviación estándar
Blanco	37.93 %	0.006
G9055	68.17 %	0.01
G7075	75.66 %	0.004

La alta capacidad antioxidante es debido a que, las materias primas son conocidas por ser antioxidantes como el betabel, el amaranto y la miel; además de que se comprobó la presencia de antocianinas, cumarinas, fenoles, flavonoides, glucósidos cardiacos, y terpenoides, conocidos por sus efectos antioxidantes (López-Morata et al., 2017); (Usaga et al., 2022); Bautista-Justo et al, 2010; (Herrera Flores et al., 2012). Ahora bien, la capacidad que poseen para reaccionar con radicales libres puede beneficiar en condiciones patológicas asociadas al estado de “estrés oxidativo”, tales como cáncer, diabetes, aterosclerosis, desórdenes neurodegenerativos y envejecimiento (Cameron y Pauling, 1978).

CONCLUSIONES

Se concluye que los resultados mostrados representan un papel importante, no sólo por la aceptabilidad de los alimentos diseñados, sino también por la funcionalidad aportada por los antioxidantes (flavonoides, terpenoides, cumarinas y fenoles), afirmando la hipótesis y cumpliendo con el objetivo del estudio. Las galletas enriquecidas con harina de amaranto, betabel, cacahuete y nopal, demostraron un incremento en el aporte calórico, fibra y minerales; además representaron una fuente de antioxidantes como antocianinas, cumarinas, fenoles, terpenoides y flavonoides; las cuales podrían aportar un mayor aporte nutritivo y beneficioso en la alimentación. Con la investigación realizada se considera continuar con estudios para evaluar los beneficios de manera in vivo, y comprobar que los bioactivos cumplen con las funciones.

REFERENCIAS

Al-Sheraji, S.H., Ismail, A., Manap, M.Y., Mustafa, S., Yusof, R.M. y Hassan, F.A. (2013). Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5, 1542-1553. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.009>.

- Bautista-Justo, M., Pineda Torres, R. I., Camarena-Aguilar, E., Alanís- Guzmán, G., Da Mota, V. M. y Barboza- Corona, J. E. (2010). El Nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqués. *Acta Universitaria*, 20(3), 11-17. <https://doi.org/10.15174/au.2010.62>.
- Braithwaite, M., Tyagi, C., Tomar, L., Kumar, P., Choonara, Y. y Pillay, V. (2014). Nutraceutical-based therapeutics and formulation strategies augmenting their efficiency to complement modern medicine: An overview. *Journal of Functional Foods*. 6, 82-99. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.022>.
- Bondet, V., Brand-Williams, W. y Berset, C. (1997). Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH. Free Radical Method. *Lwt Food Science and Technology*, 30, 609-615. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0240>
- Cameron, E. y Pauling, L. (1978). Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: reevaluation of prolongation of survival times in terminal human cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 75(9), 4538-4542. <https://doi.org/10.1073/pnas.75.9.4538>.
- Chávez- Borges D., Quintero-Lira A., López-Oliveira A. C. F., Martínez-Juárez V.M., Del Razo-Rodríguez O. E., Jiménez- Alvarado R. y Campos Montiel R. (2019). Determinación de compuestos bioactivos y contenido de selenio en diversas mieles del estado de hidalgo. *Revista JEEOS*, 3(2), 1-18. <https://doi.org/10.19136/Jeeos.a3n2.3405>.
- Fuentes-Berrio L., Acevedo-Correa D. y Gelvez- Ordoñez V. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 13 (2), 140-149. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149).
- Fuentes-Barría H., Muñoz Peña D., Aguilera Eguía R. y González Wong C. (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris L*) sobre el efecto cardioprotector: Una revisión narrativa. *Revista Chilena Nutrición*, 45(2), 178-182. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182018000300178>.
- García Giraldo, I. M., y Reyes Pineda, H. (2016). Determinación cuantitativa de la capacidad antioxidante presente en las semillas de ahuyama (*Cucurbita máxima*) hortaliza típica del Quindío. *UGCiencia*, 22(1), 193-197. <https://doi.org/10.18634/ugcj.22v.1i.660>
- Hayet Ben H. K. Ahmed S., Ismahen E., Mohamed M. C., Phillipe T. y Nabiha B. (2014). Betalain and Phenolic Compositions, Antioxidant Activity of Tunisian Red Beet (*Beta vulgaris L. conditiva*) Roots and Stems Extracts. *International Journal of Food Properties*, 17(9), 1934-1945. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.772196>
- Herrera, T. S., Ortiz Cereceres, J., Delgado, A. y Acosta, J. A. (2012). Crecimiento y contenido de prolina y carbohidratos de plántulas de frijol sometidas a estrés por sequía. *Revista*



Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(4), 713-725.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v3i4.1425>.

Ján K., Judita B., Ján T. y Marianna L. (2017) The influence of variety on the content of bioactive compounds in beetroot (*Beta vulgaris l.*) *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 11(1), 106-112. <https://dx.doi.org/10.5219/702>.

López-Morata J. A., Olivares A. y Alcaraz M. (2016). Disminución de la toxicidad y del efecto terapéutico del ácido zoledrónico en el tratamiento combinado con diferentes extractos antioxidantes. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 51(6), 329-334. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2016.01.003>.

Matías Luis G., Hernández Hernández B. R., Peña Caballero V., Torres López N. G., Espinoza Martínez V. A. y Ramírez Pacheco L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus spp.*). *Journal of Negative & no Positive Results (JONPR)*, 3(6), 423-436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>.

Narwade S. y Suneeta Pinto. (2018). Amaranth - A Functional Food. *Concepts of Dairy & Veterinary Sciences*, 1(3), 72-77. <https://doi.org/10.32474>. CDVS.2018.01.000112.

Ojo, O., Akoroda, M. y Akinrinde, E. (2011). Residual effects of phosphorus sources in grain amaranth (*Amaranthus cruentus l.*) Production. *Acta Horticultural*, 911, 133-147 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.911.14>.

Rojas, S., Lopera, J. S., Uribe Ocampo A., Correa Pérez S., Perilla Hernández N. y Marín Cárdenas J. S. (2015). Consumo de nutraceuticos, una alternativa en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Revista Biosalud*, 14(2), 91-103. <https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.2.9>.

Sawicki T., Bączek N. y Wiczkowski W., (2016). Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. *Journal of Functional Foods*, 27, 249-261. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.09.004>.

Usaga J., Barahona D., Arroyo L. y Esquivel P. (2022). Probiotics survival and betalains stability in purple pitaya (*Hylocereus sp.*) juice. *NFS Journal*, 27, 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2022.05.001>.

Wang, W., Jung, J. y Zhao, Y. (2016). Chitosan-cellulose nanocrystal microencapsulation to improve encapsulation efficiency and stability of entrapped fruit anthocyanins. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1246-1253. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.005>.

