

Elaboración de un pan tipo Danés complementado con harina de amaranto

Martínez-Manrique E*, Ramírez-Zárate S. N., Jiménez –Vera V.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos, Campo 4. Km 2.5 Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, México, México. [*tallerdecereales.fesc@yahoo.com.mx](mailto:tallerdecereales.fesc@yahoo.com.mx)

RESUMEN

El pan danés es uno de los 25 panes más consumidos en México, sin embargo, se elabora con harina de trigo, la cual tiene un valor nutrimental limitado. Investigaciones recientes pretenden mejorar el valor nutritivo de panes de trigo usando harinas integrales de granos altamente nutritivos y funcionales como el amaranto. En este trabajo se propusieron tres formulaciones, para elaborar pan danés, variando la cantidad de harina de trigo, harina de amaranto y gluten vital y se seleccionó la mejor formulación mediante una prueba sensorial de preferencia. A la formulación seleccionada se le realizaron pruebas químicas, nutrimentales y funcionales, además de una prueba sensorial de nivel de agrado. Los resultados mostraron que la mejor formulación fue; 50-40-10% amaranto-trigo-gluten respectivamente, la cual presentó mejor composición química que la formulación tradicional con 100% harina de trigo, al obtener un mayor contenido de proteínas, fibra, grasa y cenizas, también mejoró su calidad funcional pues tuvo una mayor capacidad antioxidante, fenoles y fibra dietética. Su calidad nutrimental también fue mejor pues su relación de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad fueron altas. Finalmente, el pan danés tuvo un 82% de aceptación y una calificación de 8 en la prueba sensorial de nivel de agrado.

Palabras clave: Amaranto, pan danés, calidad nutrimental, calidad funcional.

ABSTRACT

Danish bread is one of the 25 most consumed breads in Mexico, however, it is made with wheat flour, which has limited nutritional value. Recent research aims to improve the nutritional value of wheat breads using whole meal flours from highly nutritious and functional grains such as amaranth. In this work, three formulations were proposed to make Danish bread, varying the amount of wheat flour, amaranth flour and vital gluten, and the best formulation was selected through a sensory preference test. Chemical, nutritional and functional tests were carried out on the selected formulation, in addition to a sensory test for the level of liking. The results showed that the best formulation was; 50-40-10% amaranth-wheat-gluten respectively, which presented a better chemical composition than the traditional formulation with 100% wheat flour, by obtaining a higher content of protein, fiber, fat and ashes, it also improved its functional quality since had a higher antioxidant capacity, phenols and dietary fiber. Its nutritional quality was also better because its protein efficiency ratio (PER) and digestibility were high. Finally, the Danish bread had an 82% acceptance rate and a rating of 8 in the sensory liking level test.

Keywords: Amaranth, Danish bread, nutrimental quality, functional quality.

INTRODUCCIÓN

El grano de trigo es la materia prima utilizada para hacer harina, harina integral, sémola y malta, a su vez sirve para hacer una gran variedad de productos alimenticios que derivan de estos como por ejemplo el pan (León *et al.*, 1997). En México, el consumo de pan per cápita, según la Cámara Nacional de la Industria Panificadora (CANAINPA), es de 33.5 kg, del cual entre el 25 al 30% es pan dulce, galletas y pasteles. Dentro de una encuesta realizada por PROFECO en 2017, se obtiene que el pan danés tipo almohada o jabón es uno de los primeros 25 panes caseros recién hechos más consumidos durante el desayuno en México. La Organización Panamericana de la Salud advierte que los panes industrializados, tanto dulces como salados, tienen exceso de todos los nutrientes críticos: grasas totales, grasas saturadas, azúcares y particularmente sodio, el cual puede traer consigo padecimientos cardiovasculares, siendo estos la primera causa de muerte en el país, sin contar el coronavirus (INEGI, 2019). Por otro lado, los panes hechos a base de harina de trigo refinada, se caracteriza por un limitado valor nutricional (Isserliyska *et al.*, 2001). En los últimos años las investigaciones persiguen mejorar el valor nutritivo del pan de trigo con otros cereales y pseudocereales en grano y harinas integrales con un elevado aporte nutrimental y funcional (Montero *et al.*, 2015). El amaranto es un pseudocereal, cuya planta pertenece a la familia *Amarantaceae*, género *Amaranthus*, distribuida en zonas tropicales y subtropicales (Olivares & Peña, 2009), este grano ha sido ampliamente estudiado, y se ha comprobado su excelente composición nutricional, debido a una alta concentración de proteínas y minerales; especialmente Ca, Mg y Fe (Montero *et al.*, 2015), presenta un alto contenido de fibra (Arellano *et al.*, 2004), así como compuestos bioactivos tales como fitoesteroles, escualeno y polifenoles (Acevedo *et al.*, 2007). Con base en lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo es desarrollar una formulación para la elaboración de un pan tipo danés complementado con harina de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) mediante la variación de las proporciones de harina de amaranto y trigo para obtener un producto con mayor calidad nutrimental y funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la semilla de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) variedad Tulyehualco cosecha 2015 y harina refinada de trigo marca Tres estrellas®, la cual fue adquirida en un centro comercial.

Preparación de la muestra

Para la obtención de la harina de amaranto se llevó a cabo su molienda utilizando un molino para café, posteriormente el producto obtenido se tamizó con una malla #40 serie Tyler, la harina se mantuvo guardada en un frasco con tapa cerrado a 4°C hasta su uso.

Elaboración de un pan dulce tipo danés

Con base en la formulación original se propusieron las formulaciones de la tabla I.

Tabla I. Formulaciones propuestas para la elaboración de un pan dulce tipo danés con harina de amaranto, trigo y gluten vital.

Formulación	Harina de Amaranto%	Harina de trigo%	Gluten Vital%
1	30	60	10
2	50	40	10
3	70	20	10

Prueba sensorial de preferencia

Esta prueba se realizó usando las tres formulaciones propuestas y se aplicó a 100 jueces no entrenados, las muestras fueron codificadas y las instrucciones estaban por escrito claramente explicando el procedimiento (Ramírez, 2012).

Análisis químico proximal

Se realizó el análisis químico proximal al producto control y producto seleccionado realizando las pruebas de humedad (Secado por estufa), proteína (Método Micro-kjeldhal), grasa (Método Soxhlet), cenizas (kleem), fibra cruda (Wendee) siguiendo los métodos del A.O.A.C. (2005) y carbohidratos por diferencia.

Evaluación de la calidad nutrimentales

Para el análisis de factores nutrimentales al producto control y producto seleccionado se realizaron las pruebas de cuantificación de triptófano (Rama *et al.*, 1974), digestibilidad *in vitro* (Hsu *et al.*, 1977), almidón total (Goñi *et al.* 1997) almidón digerible por diferencia, relación de eficiencia proteica (A.O.A.C, 1990) y digestibilidad *in vivo* (A.O.A.C., 2005).

Evaluación de la calidad funcional

Las pruebas para evaluar la calidad funcional hechas al producto control y producto seleccionado fueron fibra dietética (Cunnif *et al.*, 1994), compuestos fenólicos (Valadez *et al.*, 1990), capacidad antioxidante (Da Silva y Selma, 2012) y almidón resistente (Goñi *et al.*, 1996).

Prueba sensorial de nivel de agrado

Se realizó a la formulación seleccionada aplicándose a 100 jueces no entrenados elegidos al azar, las instrucciones estaban por escrito claramente explicando el procedimiento (Ramírez, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres formulaciones propuestas, con 30%, 50% y 70% de harina integral de amaranto, tuvieron buena calidad sensorial (tamaño, sabor y color), además, los resultados de la prueba sensorial de preferencia (tabla II) indicaron que no tuvieron diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), pero como el pan con 50% de amaranto fue el que obtuvo el mayor puntaje y los comentarios de los jueces fueron los más favorables, se eligió la formulación del pan danés con 50 % de harina de amaranto como la mejor.

Tabla II. Resultados de la prueba de preferencia de las diferentes formulaciones de pan danés

Muestras			
	3021	2150	2701
Puntaje	201 ^{a*}	219 ^a	192 ^a

*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

Análisis químico Proximal

Los resultados del análisis químico proximal del producto control, pan elaborado con 100% harían de trigo, y el seleccionado, pan con 50% harina integral de amaranto, se muestran en la tabla III.

Tabla III. Análisis químico proximal de pan danés control y seleccionado

Muestra	Humedad %	Proteínas %	Grasa %	Cenizas %	Fibra %	CHOS %
Control	2.45 ± 0.01 ^{a*}	7.19 ± 0.07 ^a	22.66 ± 0.19 ^a	1.18 ± 0.01 ^a	3.32 ± 0.17 ^a	63.2 ^a
Formulación seleccionada	3.88 ± 0.06 ^b	15.17 ± 0.06 ^b	25.27 ± 0.44 ^a	1.69 ± 0.01 ^b	5.32 ± 0.05 ^b	48.67 ^b

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

Todos los componentes, a excepción de las grasas, tienen diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre la muestra control y la seleccionada. Las proteínas son más del doble en la formulación seleccionada, algo esperado debido al amaranto, pues sabemos que este pseudocereal contiene gran cantidad de proteína con aminoácidos esenciales en mayor cantidad que el trigo principalmente lisina, triptófano y treonina (Shewry *et al.*, 2009). Por otro lado, las cenizas y la fibra son mayores en la formulación seleccionada, seguramente debido a la harina integral de amaranto, ya que en nuestro laboratorio se analizó esta harina y se tuvo 2.36% de ceniza y 5.28% de fibra cruda. La fibra cruda contribuye de manera esencial al controlar el tránsito intestinal, las deposiciones y reducir niveles de colesterol, con una ingesta suficiente de fibra, una serie de enfermedades intestinales como el estreñimiento, diverticulosis, hemorroides, cáncer de colon o colitis ulcerosa tienen una incidencia mucho menor (Vilaplana, 2001); además, en el amaranto tenemos principalmente minerales como Ca y Fe (Mapes, 2015).

La grasa no tuvo diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), pero la muestra seleccionada tuvo mayor porcentaje, probablemente por el mayor contenido de grasa en el amaranto, estos aceites se consideran como una fuente rica en escualeno, que se aproxima a los contenidos reportados para el aceite de tiburón (Rodas y Bressani, 2009). El escualeno es importante en la reducción del daño oxidativo por radicales libres en la piel, además de otros órganos (Ronco, 2009).

Evaluación de la calidad nutrimental

Los resultados de los factores nutrimentales de los productos (pan control y el pan de la formulación seleccionada) se muestran en la tabla IV.

Tabla IV. Evaluación de los factores nutrimentales del pan danés control y el seleccionado

Muestra	Digestibilidad <i>in vitro</i> %	Triptófano g Trp/ 100 g Proteína	Almidón Total %	Almidón Digerible %
Control	85.18± 1.16 ^a	0.55 ± 0.29 ^a	44.68 ± 0.09 ^a	42.02 ^a
Formulación seleccionada	87.44± 1.3 ^a	0.57 ± 0.01 ^a	47.2 ± 0.9 ^a	44.9 ^a

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

En la evaluación nutrimental se pudo observar que no hubo diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) en los diferentes parámetros evaluados entre la muestra control y la seleccionada, sin embargo, se observan valores ligeramente mayores en la formulación seleccionada (digestibilidad *in vitro*, triptófano, almidón total y almidón digerible). La digestibilidad fue buena, pues se considera que valores mayores al 80% son valores adecuados para alimentos elaborados a base de cereales (FAO/OMS/ONU, 1985); el almidón digerible es bajo en ambos productos evaluados, esto es benéfico porque el aumento en el índice glucémico por el consumo de estos productos es bajo.

Por otro lado, los resultados de la digestibilidad *in vivo* y de la relación de eficiencia proteica (PER) del pan danés seleccionado se muestran en la tabla V.

Tabla V. Evaluación de la digestibilidad *in vivo* y la relación de eficiencia proteica (PER) del pan danés control y seleccionado

Muestra	Digestibilidad <i>in vivo</i> %	PER ajustado
Formulación seleccionada	92.94 ± 1.61	1.93

Según Friedman (1996) al obtener un valor de PER de 1.5 - 2 se considera una proteína de buena calidad nutrimental, por otro lado, según López (2021) el PER ajustado de la harina de trigo fue de 0.83, es decir, la proteína del pan seleccionado fue de buena calidad, con un valor de PER de más del doble que la harina de trigo del pan control.

La FAO ha establecido que una baja digestibilidad se considera a un valor de 75% o menor; la digestibilidad de la formulación seleccionada fue de 92.94% lo que permite considerarla como alta digestibilidad (Quesada & Gómez, 2019).

Evaluación de la calidad funcional

Los parámetros evaluados para determinar la calidad funcional de los productos (pan control y el pan de la formulación seleccionada) se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. Evaluación de los factores funcionales del pan danés control y seleccionado

Muestra	Capacidad antioxidante %	Fenoles mg EAG/g muestra	Almidón Resistente %	Fibra Dietética %
Control	39.94±0.34 ^a	1.46±0.07 ^a	2.64±0.11 ^a	7.86±0.48 ^a
Formulación seleccionada	77.75±1.08 ^b	3.25±0.08 ^b	2.3±0.1 ^a	13.69±0.5 ^b

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

En los valores obtenidos de capacidad antioxidante hubo diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre el pan control y el seleccionado, siendo el doble en la formulación seleccionada; esto podría deberse a que en el amaranto se ha reportado la presencia de componentes antioxidantes como el escualeno y la Rutina, siendo ambos, potentes antioxidantes, y este último también antimicrobiano y fungicida (Algara *et al.*, 2013).

Los fenoles también tuvieron diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), siendo el doble en la formulación seleccionada. En el amaranto se encuentran fenoles en forma libre y unidos a proteínas (Rodríguez, 2016). Su posible presencia en el producto seleccionado es buena porque, se les atribuyen efectos como antioxidantes, antiestrogénicos, antiproliferación celular, así como su posible utilidad como antibiótica, antialérgico, antidiarreico, antiúlceras y como agentes antiinflamatorios (Vinson *et al.*, 1998).

La fibra dietética tuvo una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), debido a que la formulación seleccionada fue casi 2 veces mayor que el control; En general, la fibra dietética de amaranto está compuesta por xiloglucanos y polisacáridos pécticos (Sisti, 2020), además tiene abundantes beneficios a nuestra salud como controlar el tránsito intestinal, las deposiciones y reducir niveles de colesterol, con una ingesta suficiente de fibra, una serie de enfermedades intestinales como el estreñimiento, diverticulosis, hemorroides, cáncer de colon o colitis ulcerosa tienen una incidencia mucho menor. Asimismo, algunas enfermedades metabólicas como la diabetes o la hiperlipidemia pueden prevenirse y regularse (Vilaplana, 2001).

Prueba sensorial de nivel de agrado

En una prueba de aceptabilidad se consideran resultados buenos a una calificación mayor o igual a 8 y una aceptabilidad mayor o igual al 80% (Chambers & Baker, 1996). La calificación promedio obtenida en la prueba de nivel de agrado fue de 8, considerado un muy buen resultado, además de los comentarios positivos que obtuvo la muestra cómo; la presentación, color y sabor que en general fueron agradables. Por otro lado, la aceptación fue alta, de un 82% por lo que se pudiera esperar una buena reacción del consumidor si el producto se llegara a comercializar.

CONCLUSIONES

La adición de un 50% de harina integral de amaranto al pan dulce tipo danés logro un producto con una mejor calidad nutrimental y funcional que la formulación control, elaborada solo con harina de trigo, porque tuvo mayor contenido de proteínas, ceniza y fibra, una alta digestibilidad *in vivo* y valor de PER; además tuvo mayor capacidad antioxidante, fenoles totales y fibra dietética. Por último, se logró obtener un producto con una muy buena calificación y aceptación por parte del consumidor con lo que se puede considerar su posible comercialización.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del proyecto PAPIME-200522 de la DGAPA, UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- A.O.A.C., 2005. Official Methods AOAC 925.09, 920.39, 954.01, 923.03, 989.03 y 960.48. In: Official Methods of Analysis, International Gaithersburg, 18th Ed.
- Acevedo I., García O., Acevedo I. & Perdomo C. 2007. Valor nutritivo de bleado (*Amaranthus spp.*) identificado en el municipio Morán, estado Lara. *Agrollanía*, 4, 77-93.
- Algara Suárez Paola, Gallegos Martínez Josefina & Reyes Hernández Jaime (2013). Amaranto: efectos en la nutrición y la salud. *Revista Académica de Investigación*, 12(1), 1-21.
- Arellano Mirta L., Albarracín, G., Fernández, S., Arce, S. & Mucciarelli, S. 2004. Estudio comparativo agronómico y nutricional de dos especies de amarantos. *Phyton*, 73, 199-203.
- Chambers V, E. & Baker, M. 1996. Sensory Testing Methods. Conshohoken, Pensilvannya, EEUU: ASTM International.
- Cunniff, P. M. Fossey, S. A., Auerbach, M. A., & Song, J. W. 1994. Mechanical properties of major ampulate gland silk fibers extracted from *Nephila clavipes* spiders. In ACS symposium series, 544, 234-251.
- Da Silva M.C. & Selma R.P. 2012. Antioxidant activity and flavonoid content of *Clusia fluminensis*. Planch & Triana. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 85(3), 609-616.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de energía y proteínas. OMS., Ginebra. Serie de informes técnicos No. 724.
- Friedman, M. 1996. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1), 6-29
- Goñi I., L. García E., Mañas & F. Saura-Calixto. 1996. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food chemistry*. 56(4), 445-449.
- Goñi I., L. García E. & F. Saura-Calixto. 1997. Starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17(3), 427-437.
- Hsu H. W., Vavak D.L., Satterlee L.D. & Miller G.A. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journal of Food Science*, 42, 1269-1275.
- INEGI. 2019. Características de las defunciones registradas en México en 2019. Recuperado: diciembre 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2019.pdf>
- Isserlyska, D., Karadjov, G. y Angelov, A. 2001. Mineral compositions of Bulgarian wheat bread. *European Food Research and Tecnology*, 213(3), 244-245.

- León, A., Duran, E. & Benedito De Barber, C. 1997. A new approach to study changes occurring in the dough-baking process and during bread storage. *Zeitschrift fur Lebensmitteluntersuchung und Forschung A.*, 204(4), 316-320.
- López Sánchez Diana, 2021. Elaboración de un dulce tradicional “muégano” con harinas de trigo y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos, UNAM, México; 73.
- Mapes Sánchez C.E. (2015). El amaranto. *Revista Ciencia*, 66(3), 9-15.
- Montero Quintero Keyla Carolina, Moreno Rojas Rafael, Molina Edgar Alí, Segundo Colina Máximo & Sánchez Urdaneta Adriana Beatriz. 2015. Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos. *Interciencia*, 40(7), 473-478.
- Olivares, E. & Peña, E. 2009. Bioconcentración de elementos minerales en *Amaranthus dubius* (bledo, pira), creciendo silvestre en cultivos del estado Miranda, Venezuela y utilizado en alimentación. *Interciencia*, 34(9), 604-611.
- Quesada D. & Gómez G., 2019. ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 2(1), 79-86.
- Rama, M., Tara, R. & Krishnan, C., 1974. Colorimetric estimation of tryptophan content of pulses. *Journal Food Science and Technology*. 11, 213-216.
- Ramírez Navas, J.S. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 89-90.
- Rodas Brenda & Bressaani Ricardo. 2009. Contenido de aceite, ácidos grasos y escualeno en variedades crudas y procesadas de grano de amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(1), 82-87.
- Rodriguez Mariela. 2016. Polifenoles de amaranto: Efecto de la digestión gastrointestinal. III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología, 278.
- Ronco L. Alvaro. 2009. Usos potenciales del escualeno. *Tendencias en Medicina*. 1(1), 95-100.
- Shewry, P. R., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Jenkins, J. A., Mills, E. N. C., & Békés, F. 2009. Wheat grain proteins. In K. Khan and P. R. Shewry (Eds.), *Wheat Chemistry and Technology*, 2, 223-249.
- Sisiti Sebastian Martín. 2020. Proteínas y fibra de amaranto: Actividad sobre el metabolismo de colesterol. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la planta, Argentina, 29.
- Valadez M., E. M.L. Ortega, A. Carballo & L. Fucikovsky. 1990. Flavonoides de la testa del frijol como inhibidores de dos bacterias fitopatógenas. *Agrociencia, Serie Protección Vegetal*, 1 (2), 75-91.
- Vilaplana Montse. 2001. Aspectos nutricionales y terapéuticos de la fibra dietética. *ELSEVIER*, 20(2), 96-101.
- Vinson JA, Hao Y, Su X, Zubik L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46 (9), 3630-3634.