

Desarrollo de una formulación para elaborar pan para hot dog complementado con harina integral de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

Reyes-Moya L.A., Martínez-Ruiz A., Jiménez-Vera V. y Martínez-Manrique E*.

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

RESUMEN:

El amaranto es un pseudocereal con alto contenido de proteínas; con aminoácidos esenciales como la lisina (limitante en los cereales); minerales, grasas y fibra; por esto puede usarse para elaborar alimentos, que se consumen de manera cotidiana, más nutritivos. Por otra parte, los alimentos elaborados con harina refinada de trigo tienen un limitado valor nutrimental; dentro de estos productos está el pan para hot dog, cuyo consumo en México ha venido aumentando en los últimos años. Por eso el objetivo de este proyecto fue desarrollar un pan para hot dog con mejor calidad nutrimental, usando harina integral de amaranto. Se probaron diferentes formulaciones sustituyendo la harina refinada de trigo por harina integral de amaranto en distintas proporciones (40, 50 y 60 %). El producto fue analizado en su composición química, volumen específico y una prueba sensorial de preferencia para seleccionar la mejor formulación. Al pan seleccionado se le evaluaron sus propiedades nutricionales, factores anti-nutrimientales y una prueba sensorial de nivel de agrado. Los resultados mostraron que la formulación seleccionada fue 60-30-10% harinas de trigo-amaranto-gluten respectivamente, y tuvo mejor calidad nutrimental que un pan comercial. Finalmente este pan tuvo una aceptación del 70% y una calificación de 7.5..

Palabras clave: Amaranto, pan, hot dog, calidad nutrimental.

ABSTRACT:

Amaranth is a pseudocereal with a high protein content; with essential amino acids such as lysine (limiting in cereals); minerals, fats and fiber; because of this it can be used to make food, which is consumed on a daily basis, more nutritious. On the other hand, foods made with refined wheat flour have a limited nutritional value. Within these products is bread for hot dog, whose consumption in Mexico has been increasing in recent years. Therefore, the objective of this project was to develop a bread for hot dog with better nutritional quality, using whole grain amaranth flour. Different formulations were tried replacing refined wheat flour with amaranth whole flour in different proportions (40, 50 and 60%). The product was analyzed in its chemical composition, specific volume and a sensory test of preference to select the best formulation. The selected bread was evaluated for its nutritional properties, anti-nutritive factors and a sensory level of taste test. The results showed that the selected formulation was 60-30-10% wheat-amaranth-gluten flours respectively, and had better nutritional quality than a commercial bread. Finally, this bread had an acceptance of 70% and a rating of 7.5..

Keywords: Amaranth, bread, hot dog, nutritional quality

Área: Cereales, leguminosas y oleaginosas.

INTRODUCCIÓN

Los cereales son una fuente importante de hidratos de carbono, proteínas, fibra dietética y vitaminas cuando se consume el grano entero. Pero los productos de panadería hechos a base de harina refinada de trigo se caracterizan por un limitado valor nutricional (Sanz, 2011). Existe una gran variedad de productos elaborados con trigo, se tienen un aumento de producción y consumo en los últimos años de pan para hot dog (INEGI, 2015).

En nuestro país el consumo de alimentos se ha caracterizado por dietas altamente procesadas, carentes de componentes naturales y sobre todo muy bajas en proteínas y fibra. Mientras que en la zona urbana, el consumo de alimentos altos en calorías como panes, botanas, etc, ocupan un alto porcentaje del requerimiento diario sobre todo en los menores. Esta carencia de componentes contribuye a la epidemia del sobrepeso y la obesidad. El consumo de estos productos se debe en mucho al estilo de vida que tenemos. Al respecto, es importante rescatar y orientar a la población a la preferencia de alimentos tradicionales, alimentos sanos y nutritivos como el frijol, quelites, maíz y el amaranto, los cuales contribuyen a una alimentación correcta. Esto garantizara una alimentación sana y nutritiva (Shamah *et al*, 2015).

En el caso específico del pan, muchos estudios han sido conducidos a mejorar su valor nutritivo con ingredientes funcionales, por lo que una de las recomendaciones es la adición de mezclas de diferentes semillas, granos de otros tipos de cereales o pseudocereales (Sanz, 2011).

Los pseudocereales son plantas cuyos granos son ricos en materia harinosa como los cereales, aptos para la fabricación de pan o sucedáneos. Un pseudocereal es el amaranto el cual posee aproximadamente un 15-18% de proteína, un porcentaje un poco más alto que el de los cereales tradicionales. Se encontró la complejidad de sus beneficios, como un alto contenido de triptófano, aminoácido esencial, que ayuda a sintetizar la serotonina (Peña, 2015). Tiene un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana, que comúnmente es más limitado en otros cereales (Botanas, 2015). Diversas instituciones de investigación y dependencias del sector Público en México, han avalado la eficacia del amaranto cuando se le utiliza como recurso de apoyo alimentario para la recuperación nutricional de niños desnutridos (Hernández, 2014). Por este motivo en las últimas décadas, el amaranto ha logrado captar un creciente interés como ingrediente funcional, en especial en procesos de panificación, puesto que es muy versátil para la transformación e industrialización (Jiménez-Vera, 2016; Hernández, 2014).

Es por ello que el objetivo de este trabajo de investigación ha sido desarrollar un pan para hot dog con elevada calidad nutricional, mediante la sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto (*A. hypochondriacus*), en diferentes proporciones. Se evaluó la calidad nutrimental, antinutricional y sensorial del producto desarrollado con distinto grado de sustitución comparándolos con una muestra control y una comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con amaranto de la especie *Amaranthus hypochondriacus L.*, variedad Tulyehualco cosecha 2014, molidos en un molino de cuchillas usando una malla # 40 serie Tyler USA y harina de trigo comercial marca Tres Estrellas®. Se determinó la composición química de acuerdo a lo establecido por la A.O.A.C (2005), humedad, proteínas, cenizas, grasa, fibra y carbohidratos (por diferencia) de la materia prima (harina de trigo marca Tres estrellas® y harina integral de amaranto). Se probaron tres formulaciones en la elaboración de pan para hot dog base de harina de trigo y harina integral de amaranto, evaluando parámetros físicos (volumen, peso y dimensiones) y parámetros de calidad panadera (olor, sabor, color de la costra y textura de la miga), y una prueba sensorial de preferencia a jueces no entrenados, para elegir la mejor formulación (Ramírez, 2012). Una vez que se determinó la mejor formulación, se evaluó su composición química (AOAC, 2005) y su calidad nutrimental evaluando: su digestibilidad *in vitro* (Hsu *et al.*, 1977). También se cuantificó triptófano (Rama *et al.*, 1974). Para la cuantificación de factores antinutricionales se realizó, Taninos (ISO 9648, 1988), ácido fítico (Haug *et al.*, 1983) e inhibidores de tripsina (Kakade *et al.*, 1974). Finalmente se evaluó la formulación elegida mediante una prueba sensorial de nivel de agrado (Ramírez, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que cada uno de los componentes químicos (Tabla I) de la harina refinada de trigo marca Tres estrellas®, presentaron diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con respecto al contenido de la harina integral de amaranto. La harina integral de amaranto tuvo casi el doble de proteínas que el trigo, seis veces más grasa, más de ocho veces el contenido de fibra y dos veces más de cenizas. Estos resultados indicaron que la harina de amaranto sí podía complementar a la harina de trigo.

Tabla I. Análisis químico proximal de harina de trigo tres estrellas® y harina de amaranto.

Harina	Humedad (g/100g)	Proteína (g/100g)	Grasa (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Fibra (g/100g)	CHOS (g/100g)
Trigo	12.06±0.1 ^{a*}	8.94±0.015 ^{a*}	1.1 ± 0.01 ^a	0.5 ± 0.02 ^a	0.7 ± 0.014 ^a	76.68 ^a
Amaranto	10.2 ± 0.25 ^b	15.5±0.025 ^{b*}	7.1 ± 0.12 ^b	2.3 ± 0.13 ^b	8.44 ± 0.18 ^b	56.38 ^b

* Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$).
 Nx5.83 ♣ Nx5.87

Por otra parte, se elaboró pan para hot dog proponiendo tres diferentes formulaciones (Tabla II) a base de harina refinada de trigo, harina integral de amaranto y gluten, además se incluyó un control con 100% trigo.

Tabla II. Formulaciones propuestas para la elaboración de pan para hot dog con trigo, amaranto y gluten

Ingredientes	Formulaciones (g/100g)		
	H.A 40	H.A 50	H.A 60
H.T 50	H.T 40	H.T 30	
G 10	G 10	G 10	

H.A: harina de amaranto-H.T: harina de trigo- G: gluten

También se realizó una prueba sensorial de preferencia (Tabla III) a las diferentes formulaciones de amaranto con 96 jueces no entrenados, y no existió diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre las formulaciones, aunque la formulación que obtuvo la mayor puntuación por parte de los jueces fue la que contenía 60 g de amaranto /100g.

Tabla III. Resultados de la prueba sensorial de preferencia de pan para hot dog elaborado con diferentes porcentajes de harina integral de amaranto

Formulaciones	40:50:10	50:40:10	60:30:10
Puntaje	196 ^{a*}	194 ^a	210 ^a

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

Por lo tanto, esta fue la formulación que se seleccionó como la mejor, ya que, como se observa en la tabla 1, el amaranto tiene mejor calidad nutricional que el trigo, por lo tanto, al haber mayor porcentaje de amaranto se espera mejorar ésta. Al pan para hot dog elaborado con esta formulación se le determinó su composición química comparándola con el pan control y uno comercial.

En los resultados de los parámetros de calidad física evaluados al pan para hot dog elaborado con amaranto se observó que el aumento en el contenido de harina integral de amaranto en el pan 60:30:10, disminuyó el volumen, por lo tanto, el volumen específico presentó diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre la formulación seleccionada con la comercial y la control que tuvo el mayor volumen (Tabla IV).

Esto se debe a que el amaranto no contiene gluten, que es el responsable de proporcionar volumen en este tipo de productos, por esta razón al alimentar el porcentaje de amaranto disminuyó el volumen del pan.

Tabla IV. Características físicas de pan para hot dog elaborados con harinas de amaranto y trigo

Formulaciones g/100g	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Volumen específico (cm ³ /g)	Longitudes (cm)	
				Largo	Alto
Control	60 ^{a*}	370 ^a	6.16 ^a	15 ^a	5 ^a
Comercial	46 ^b	300 ^b	6.52 ^a	15 ^a	5 ^a
60:30:10 [†]	58 ^a	280 ^c	4.82 ^b	16 ^a	5.5 ^a

† Amaranto:Trigo:Gluten

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

Pruebas de calidad panadera

En los parámetros de calidad panadera fueron evaluados los atributos sensoriales; sabor y aroma, color de la costra y textura de la miga, para cada atributo fue asignada una calificación y se obtuvo una calificación total,

basándose en la caracterización de procesos de panificación elaborados en el laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la FES-Cuautitlán, UNAM.

En la tabla V se muestran los resultados de los parámetros de calidad panadera de la muestra seleccionada, la control y la comercial. Se puede observar que la formulación 60:30:10 presentó diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) en la calificación final solo con la muestra comercial, por lo que se puede decir que, el contenido de amaranto prácticamente no afectó negativamente en la calidad panadera del pan para hot dog, pues se obtuvieron productos con una buena aceptación sensorial.

Tabla V. Calidad panadera de pan para hot dogs elaborados con diferentes formulaciones

Formulaciones g/100g	Atributos sensoriales (sabor y aroma)	Color de la costra	Textura de la miga	Calificación total
Control	5 ^{a*}	5 ^a	4 ^a	4.6 ^a muy bueno
Comercial	5 ^a	5 ^a	5 ^b	5 ^{ab} excelente
60:30:10	4 ^b	4 ^b	4 ^a	4 ^{ac} bueno

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

A la muestra seleccionada se le realizó el Análisis Químico Proximal (Tabla VI). Se observó que el contenido de proteínas aumento aproximadamente 60%, la grasa aumento al doble y la fibra un 40% con respecto al pan para hot dog elaborado 100% con trigo y al comercial y que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre el control y el comercial con el pan para hot dog con amaranto.

Estos resultados permiten observar que la harina integral de amaranto si mejoró el contenido de estos componentes químicos en el pan para hot dog.

Tabla VI. Análisis químico proximal de pan para hot dog elaborados con la formulación elegida, control y comercial

Fórmula g/100g	Humedad (g/100g)	Proteína (g/100g)	Grasa (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Fibra (g/100g)	Carbohidratos (g/100g)
Control	7.52±0.19 ^{a*}	10.53±0.76 ^a	2.49±0.14 ^a	2.71±0.03 ^a	4.98±0.01 ^a	71.77 ^a
Comercial	7.38±0.03 ^a	9.80±0.59 ^a	2.09±0.12 ^a	2.77±0.13 ^a	4.09±0.17 ^b	73.87 ^a
60:30:10	5.11±0.12 ^b	16.26±0.09 ^b	5.39±0.37 ^b	2.81±0.05 ^a	6.03±0.06 ^c	64.40 ^b

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

También se evaluó el contenido de triptófano y la digestibilidad *in vitro* de las muestras (Tabla VII). Los resultados mostraron que el pan para hot dog elaborado con amaranto tuvo más alto contenido de triptófano que el control y el comercial presentando diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con ambos.

Tabla VII. Valores obtenidos de Nutrimentales de pan para hot dog

Fórmula g/100g	Triptófano (gTry/100g de Proteína)	Digestibilidad (%)
Control	0.77±0.02 ^{a*}	87.06±2.66 ^a
Comercial	0.73±0.02 ^a	86.91±0.13 ^a
60:30:10	0.87±0.03 ^b	88.12±0.93 ^a

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

Mientras que la digestibilidad *in vitro* (Tabla VII) del pan para hot dog elaborado con amaranto fue buena y no existió diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con el control y el comercial. Es importante destacar que, el pan para hot dog con amaranto tuviera una alta digestibilidad al compararlo con la digestibilidad reportada

para el grano de amaranto que es de 79% (Pichardo *et al.*, 2013), esto se explica porque al someterlo a un horneado (180°C), se produce la desnaturalización de las proteínas provocando modificaciones conformacionales y con ello el aumento de la digestibilidad (Badui, 2006).

También se determinó el contenido de factores anti-nutrimientales en el pan para hot dog (Tabla VIII), pues se ha reportado que el amaranto contiene algunos de estos compuestos (Pichardo *et al.*, 2013). Se observó que el contenido de taninos presentan diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) los tres productos evaluados (control, comercial y formulación elegida).

Tabla VIII. Factores Antinutrimientales de pan para hot dog

Fórmula g/100g	Taninos (%)	Ácido Fítico (%)	Inhibidores de tripsina UTI/mg
Control	0.056±0.01 ^{a*}	1.4±0.17 ^a	ND ^{**}
Comercial	0.10±0.005 ^b	1.56±0.21 ^a	ND
60:30:10	0.07±0.04 ^c	2.20±0.34 ^b	ND

* Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) ** NO DETECTADOS

Sin embargo en ácido fítico solo la formulación elegida tuvo diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con el control y el comercial y por último, el contenido de inhibidores de tripsina no fue detectado en ninguno de los panes. Sin embargo, el pan para hotdog con amaranto presenta un contenido menor de ácido fítico en comparación con lo reportado en otras investigaciones para el grano de amaranto (Pichardo *et al.*, 2013; Solano, 2002).

Pero es importante mencionar que, tanto los valores de taninos como los de ácido fítico determinados en el pan para hot dog con amaranto son bajos y no presentan riesgo para la salud (Valle y Lucas, 2000) por lo tanto, podrían ser consumidos sin mayor problema.

Por último, al realizarse una prueba sensorial de nivel de agrado al pan para hot dog seleccionado, los resultados mostraron un 70% de aceptación por parte del consumidor y le otorgaron una calificación de 7.5 en una escala del 1 al 10, siendo estos valores aceptables en un producto de nuevo desarrollo (Ramírez, 2012).

CONCLUSIÓN

Se pudieron elaborar pan para hot dog complementados con harina integral de amaranto en proporciones de hasta 60g/100g, adicionándole gluten, conservando sus características físicas, panaderas y mejorando sus características sensoriales.

La formulación seleccionada mediante la prueba de preferencia como la mejor en este estudio fue la que contenía 60 g harina integral de amaranto, 30 g harina refinada de trigo, y 10g de gluten, la cual, presentó mejor calidad nutricional en comparación a un pan para hot dog comercial, y el contenido de factores anti-nutrimientales tales como taninos y ácido fítico, se presentaron en bajas concentraciones en el pan para hotdog seleccionado, por lo que no presentan riesgos en su consumo. Estos resultados junto con el análisis químico nos indican que la formulación seleccionada con 60% de amaranto sí está incrementando su calidad nutricional. Además, el producto tuvo una buena aceptación por parte del consumidor en una prueba de nivel de agrado.

Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del proyecto PAPIME-200217, DGAPA, UNAM, y PIAPI-1606 de la FES-Cuautitlán, UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. (2005). *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists-International Gaithersburg, Maryland, USA.
- Badui, D. (2006). *Química de los alimentos*. Pearson Educación. 4ta ed. México.
- Botanas (2015). Botanas de amaranto. Fecha de consulta: Abril del 2016. Disponible en: www.feriadelasciencias.unam.mx/.../feria105_01_botanas_de_amaranto
- Haug, W., Lantzsch, H., (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and products. *J. Sci. Food Agric*, 34, 14232-14261
- Hernández, Sandoval Rogelio D'Jesús. (2014). Desarrollo de un panque con harina integral de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) con alto valor nutrimental apto para celíacos. Tesis de licenciatura. Ingeniería en Alimentos. FES Cuautitlán. UNAM.
- Hsu, H., Vavak, D.L., Satterlee L. D. & Miller, G. A. (1977). A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journal Food Science and Technology*, 42(5), 1269-1273
- INEGI, 2015. Banco de Información Económica. Fecha de consulta: 22 septiembre. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- ISO 9648; (1988). Determinación del contenido de taninos en sorgo. *International Organization of Standardizations*, ISO/DIS 9648, 175-215.
- Jiménez-Vera, V.; Ortiz Quintero, L. A.; Martínez-Manrique, E. Desarrollo de una formulación para elaborar un bollo para hamburguesa complementado con harina integral de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Capítulo 9. "En: Aportación a las Ciencias Alimentarias". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México.
- Kakade, M., Rackis, J., McGhee, J., & Puski, G. (1974). Determination of trypsin inhibitor activity of soy product: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem*, 51, 376-381.
- Peña Ocaña R. (2015). El amaranto y sus beneficios. *Revista Vinculando*. Desarrollo Sostenible + Desarrollo Personal. 2-5.
- Pichardo, J., Jiménez-Vera, V., & Martínez-Manrique, E. (2013). Influencia del deterioro de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) provocado por un almacenamiento inadecuado sobre su calidad nutrimental. XV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología e Alimentos. Colima, Colima.
- Rama, R. M., Tara, R., Krishnan, C., (1974). Colorimetric estimation of tryptophan content of pulses. *Journal Food Science and Technology*. 11, 213-216
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*.
- Shamah Levy T., Amaya Castellanos M. A. y Cuevas Nasu L. (2015). Desnutrición y obesidad: doble carga en México. *Revista digital universitaria*. Vol. 16, Núm. 5, 2-17.
- Sanz, P. (2011). Desarrollo de panes especiales con harina integral de amaranto. Máster en Gestión y Seguridad Alimentaria. Universidad Politécnica de Valencia.
- Solano, R. (2002). Cuantificación del contenido de ácido fítico en cuatro harinas del grano de amaranto obtenidas con diferentes tratamientos y en el grano sin tratar. Tesis de licenciatura. Química y Farmacia. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de el Salvador. El Salvador.
- Valle V. P. y Lucas F. B. (2000). Toxicología de Alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública. Centro Nacional de Salud Ambiental. México.