

## Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación

### Functional evaluation of refined wheat flour and whole quinoa flour formulations for bakery products

MORALES-GUZMÁN, Victor\*†, MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela

*Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. Av. Universidad Tecnológica, Col. Tierra Negra, Xicotepec, Puebla*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Victor, Morales-Guzmán*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Eliel, Martínez-Cruz*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Leticia, Ortega-Rangel*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Adela, Ortega-Aparicio*

Recibido 13 de Enero, 2018; Aceptado 22 de Marzo, 2018

#### Resumen

La quinua posee mayor cantidad de proteína que el trigo, esta tiene un mejor balance de aminoácidos esenciales, pero no desarrolla gluten. En este trabajo se evaluó la calidad fisicoquímica, reológica, funcional y sensorial de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina de quinua integral (HIQ). El material experimental fue trigo Urbina S2007, trigo Valles F2015 y Quinoa Okko. De acuerdo al ANOVA simple y la comparación de medias método Tukey se detectó diferencia significativa entre las formulaciones ( $P \leq 0.05$ ). El volumen de sedimentación (VS) de las formulaciones varío de 52.5 a 23 mL, siendo tratamiento de 50% HIQ el mínimo. El tiempo de amasado y la altura del mixograma son menores en las formulaciones de 20 % y 50% de HIQ (TAM=3.5 min y AM=50 mm). La extensibilidad (L) disminuyó y la tenacidad (P) aumento en las formulaciones de 20% HIQ y 50% HIQ respecto al testigo 100% HTR. La relación tenacidad/extensibilidad (PL) varió de 1.0 a 15.0, siendo el valor superior 50% HIQ, lo que se asocia a bajo volumen de pan (VP=395 mL). Las galletas elaboradas con 100 % HTR y 25 % HIQ indicaron Factor Galletero (FG=5) y evaluación sensorial de buena calidad.

**Harina, Calidad reológica, Calidad galletera, Panadera**

#### Abstract

Quinoa has more protein than wheat, it has a better balance of essential amino acids, but does not develop gluten. In this work, the physicochemical, rheological, functional and sensorial quality of refined wheat flour (RWF) and whole quinoa flour (WQF) was evaluated.

The experimental material was UrbinaS2007 wheat, VallesF2015 wheat and Okko Quinoa. According to the simple ANOVA and the comparison of means Tukey method, significant difference between the formulations was detected ( $P \leq 0.05$ ). The volume of sedimentation (VS) of the formulations varied from 52.5 to 23 mL, with treatment of 50% WQF the minimum. Mixing time and mixogram height are lower in formulations of 20% and 50% WQF (MT=3.5 min and MH=50 mm). The extensibility (L) decreased and the tenacity (P) increased in the formulations of 20% WQF and 50% WQF with respect to the control 100% RWF. The tenacity / extensibility (PL) relationship varied from 1.0 to 15.0, with the upper value being 50% WQF, which is associated with low bread volume (BV=395 mL). Cookies made with 100% RWF and 25% HIQ indicated Cookie Factor (CF=5) and sensory evaluation of good quality.

**Flour, Rheological quality, Biscuit, Bakery quality**

**Citación:** MORALES-GUZMÁN, Victor, MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela. Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-2: 22-26

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: victor\_morales79@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

De acuerdo con Enríquez *et al.* (2003) en la población mexicana, algunos de los factores de riesgo asociados con el sobrepeso y la obesidad son el consumo excesivo de harinas refinadas, refrescos y tortillas de maíz acompañadas de alimentos ricos en calorías y grasas, además del sedentarismo. En la población mexicana el trigo representa la segunda fuente de carbohidratos por lo que su consumo como pan y galletas de 38.3 y 5.9 kg per cápita, respectivamente (CANIMOLT, 2006).

Una de las recomendaciones para prevenir la obesidad y sobrepeso es incrementar el consumo de granos enteros de cereales y otros granos altos en fibra, los cuales se han asociado a un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, ciertos tipos de cáncer y salud digestiva (Barquera *et al.*, 2013).

El consumo de alimentos alternativos derivados de harinas integrales contribuye significativamente a una buena nutrición. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de harinas, la calidad reológica de masas, la calidad de panificación (pan de caja y galletas) de diferentes mezclas de harinas de trigo refinada (HTR) con harina integral de quinua (HIQ).

## Desarrollo

En 2017, la producción anual de trigo en México fue de 3,841,776 ton con un rendimiento promedio de 5.47 ton/ha (SIAP-SAGARPA, 2017).

De acuerdo con Salazar *et al.* (2000), el contenido y la calidad de proteína determina el uso industrial de las harinas de trigo; las harinas de trigo suave con alto contenido de proteína (9–11%) se utilizan preferentemente como materia prima para la elaboración de galletas-pan, mientras que las de menor contenido (8–8.5%) se usan en pastelería.

La calidad funcional de la proteína del trigo se determina por la composición de las gluteninas y gliadinas que forman el gluten, las fracciones de gluteninas confieren propiedades elásticas y las gliadinas contribuyen a la extensibilidad y cohesividad (Hoseney, 1991).

La quinua es un pseudocereal que posee los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano; destacan los aminoácidos lisina, arginina e histidina, básicos para el desarrollo humano durante la infancia; lo que lo convierte en un alimento muy completo. La transformación industrial del grano de quinua permite aprovechar sus cualidades nutritivas, mejora la disponibilidad de nutrientes, la facilidad de preparación y la presentación de los productos, potenciando su valor como alimento. A partir del grano se pueden obtener: expandidos, granolas, barras energéticas, harina, leche, hojuelas, germinados, pan, galletas, etc. El grano no contiene gluten, por lo que su utilización en la preparación de alimentos dietéticos es apropiada para personas intolerantes a las proteínas del gluten (Jacobsen *et al.*, 2012).

Con base en lo anterior existe la necesidad de promover productos que favorezcan la salud del consumidor mexicano, por lo que productos a base de harinas integrales del grano de quinua y trigo harinero puede ser una fuente de proteína de excelente calidad nutricional y fibra.

## Metodología Desarrollada

La evaluación de la calidad de mezclas de harina de trigo refinada-harina integral de quinua se llevó a cabo en el Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX- INIFAP) en el Laboratorio de Calidad de Trigo, ubicado en Km 13.5 carretera los Reyes- Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. El trigo variedad Urbina S2007 se cultivó bajo condiciones de riego en el campo experimental del Bajío en Roque, Guanajuato durante el Ciclo agrícola Otoño-Invierno 2016-2017. El trigo variedad Valles F2015 y la Quinua Variedad Okko se cultivaron bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera-verano 2016-2107; ambas producidas en el Campo Experimental del Valle de México, en Santa Lucia, Coatlinchan, Texcoco, México.

Las muestras de grano de trigo se les determinó el peso hectolitro por el método (AACC-Método 55- 10), dureza por el método de aperlado (AACC Método 55-20), humedad por método FOSS NIR System (AACC Método 39-10).

Una vez acondicionado el trigo, se pasó a la molienda mediante con el molino Brabender Modelo 880- 200 (AACC Método 26-20).

Los granos de quinua se lavaron y sometieron a molienda para la obtención de harina integral con el Molino Laboratory mil 3100. La malla estándar de tamizado fue de 0.8 mm.

A partir de las harinas previamente cernidas, se dosificaron y homogenizaron las mezclas en base a formulación para evaluar la aptitud de panificación y de galleta.

Las mezclas que se dosificaron son las siguientes combinaciones: 100% Harina de Trigo Refinada (HTR), 10 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 20 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 25 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 50 % de Harina Integral de Quinua (HIQ), 75 % de Harina Integral de Quinua (HIQ) y 100 % Harina Integral de Quinua (HIQ).

La repetición del tratamiento peso 500 g. A las mezclas de harina se les determinó humedad por el método de espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el equipo automatizado FOSS NIR System (AACC Método 39-10), sedimentación mediante el método de Zeleni (AACC Método 56-61).

La evaluación reológica de las masas se determinó mediante el uso del alveografo de Chopin de 60 g utilizando el software Alveolink NG (AACC Método 54-30) y el mixografo de 10 g (AACC Método 54-40).

A continuación, se elaboró pan (AACC Método 10-09) y elaboraron las galletas por el (AACC Método 10-50D) determinando el factor galletero.

El diseño experimental fue un ANOVA Simple con los 6 tratamientos de las formulaciones de harina de trigo refinada con harina de integral de quinua y tres repeticiones. Se aplicó prueba de comparación de medias por la prueba de Tukey a  $P \leq 0.05$  utilizando el software SAS Sistem versión 9.1 para el análisis estadístico (SAS, 2002).

## Resultados

### Caracterización de la calidad de mezclas de harina para Pan

En la Tabla 1 se presentan las medias para las variables de humedad, sedimentación y del mixograma.

Mezcla	HH (%)	VS (ml)	TAM (min)	EAM (min)	TSAM (mm)	AM (mm)
100 % HTR	11.6 a	52.5 a	4.2 a	5.1 a	3.5 a	55.0 a
10 % HIQ	11.0 b	40 b	4.0 b	4.4 a	2.0 a	50.0 b
20 % HIQ	11.1 ba	39.5 b	3.5 c	5.0 a	2.0 a	50.0 b
50 % HIQ	10.5 c	23.5 c	ND	ND	ND	ND

HH = humedad en la harina (%); VS = volumen de sedimentación (ml); TAM = tiempo de amasado (min); EAM = estabilidad del amasado(EAM); TSAM = tolerancia al sobreamasado (mm); AM = altura del mixograma (mm), ND= No determinado. Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 1.** Comparación de medias de variables de amasado y volumen de sedimentación de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina integral de quinua (HIQ).

El mayor volumen de sedimentación (VS) fue para la HTR al 100% con 52.5 mL; mientras que la mezcla con 50 % de HIQ fue la de menor valor con 10.5 mL. Para el caso del tiempo de amasado (TAM), la HTR presentó el mayor TA con 4.5 min y la mezcla 20 % de HIQ el menor TAM= 3.5 min. Para el caso de estabilidad (EAM) y tolerancia al sobreamasado (TSA) no se presentaron diferencias estadísticas entre mezclas.

Para altura del mixograma (AM), el valor más alto fue para la HTR con AM=55 mm y los valores menores fueron para las mezclas de 10 % y 20 % de HIQ (AM= 50 mm). Es importante indicar que los mixogramas con el 50 % de HIQ en la mezcla no fue posible caracterizarles las variables de amasado. Lo anterior, indica que la adición del 50 % de HIQ no permite obtener un mixograma típico.

En la Tabla 2 se presentan las medias de las variables reológicas de la masa, calidad panadera.

Mezcla	P	L	PL	W	VP	TEM	CM
100 % HTR	96c	88.0a	1.0c	314.0a	675.0a	3.0a	3.0 a
10 % HIQ	171b	39.0b	4.5b	277.5a	522.5b	2.0b	2.0 b
20 % HIQ	207b	26.0b	4.3b	239.5a	455.0c	2.0b	2.0 b
50 % HIQ	141a	7.5d	15.0a	58.0b	395.0d	1.0c	1.0 c

P = tenacidad de la masa (mm); L = extensibilidad de la masa(mm); P/L = relación tenacidad/extensibilidad (0-7); W = fuerza de la masa ( $10^4$  J); VP = volumen de pan(ml); TEM = textura de la miga (1-3); CM = color de la miga (1-3). Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 2** Comparación de medias de variables alveograficas y calidad panadera de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina integral de quinua (HIQ)

Los valores de tenacidad variaron de 96-207 mm, siendo el valor menor para la HTR con P=96 mm, mientras que la mezcla con 20 % de HIQ presentó la mayor P= 207 mm.

Para el caso de la extensibilidad (L), la mezcla con 50 % de HIQ indicó la menor extensibilidad L= 7.5 mm y los valores intermedios de extensión lo presentaron las mezclas con 10 % y 20 % de HIQ. La relación tenacidad/extensibilidad (PL) varió de 1.0 a 15.0. Para el caso de fuerza de la masa (W) no se detectó diferencia estadística entre mezclas.

Con base en lo anterior, la adición de HIQ en las formulaciones con HRT al 10 %, 20% y 50 % producen una incrementó la tenacidad (P) y una disminución en la extensibilidad (L) de la masa, consecuentemente la relación tenacidad/extensibilidad (PL) aumenta.

Lo anterior indica la que la proteína de la quinua es inelástica y no extensible. Dichos resultados concuerdan con Arroyave y Esguerra, (2006) quienes indicaron que este comportamiento se debe a que la harina de quinua no presenta las proteínas funcionales gliadinas y gluteninas asociadas en la harina de trigo a las características de fuerza y extensibilidad de la masa, las cuales favorecen las características panificables en este cereal. Por otro lado, los resultados son contrarios a los encontrados por Enríquez *et al.* (2003) quienes indicaron que la calidad de panificación es aceptable con porcentajes de 5 % y 10 % de HIQ, sin embargo, disminuyó con concentraciones superiores de 15 %. Mientras que la adición de quinua en forma de semilla en 10 %, 15% y 20 % tampoco desfavorecen la calidad de la masa para panificación de acuerdo a lo reportado por Stikic *et al.* (2012). La mezcla con el 50 % de HIQ mostró la fuerza de la masa (W) más baja y su PL más alto lo que consecuentemente se manifestó como el valor más bajo de volumen de pan (VP), así mismo se asoció con textura de la miga(TEM) muy pobre y color de miga (CM) café, resultados contrarios presentó la HTR quien presentó el mayor volumen de pan (VP) y textura de miga (TEM) regular asociado a color de miga (CM) amarillo crema. Las mezclas con 10 % y 20 % de HIQ presentaron volumen de pan (VP) intermedio con textura de miga (TEM) pobre y color de miga (CM) crema.

Con base en lo anterior la disminución de la extensibilidad y el aumento de la tenacidad se debieron a la adición de harina de quinua integral, lo que se reflejó en la obtención de bajos volúmenes de pan, respecto a la HTR.

Lo anterior concuerda con lo encontrado por Arroyave y Esguerra (2006) y Enríquez *et al.* (2003) quienes indicaron que el volumen de pan disminuyó cuando se aumentó el porcentaje de quinua en la mezcla.

### Caracterización de la calidad de mezclas de harina para Galleta

En la Tabla 3 se presenta el factor galletero y su representación gráfica de las galletas.

Mezcla	HIQ 100 %	HIQ 75%	HIQ 50 %	HIQ 25 %	HTR 100 %
Galleta					
FG	4.6b	4.7b	4.6b	5.0a	5.0a

FG = Factor Galletero

**Tabla 3** Representación gráfica de la calidad galletera de las mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y de harina integral de quinua (HIQ)

Las formulaciones de 25% HIQ y 100% de HTR indican los mejores resultados de Factor Galletero (FG=5.0). Los atributos sensoriales medidos en las galletas elaboradas con las distintas concentraciones HIQ y HTR se muestran en la Tabla 4.

Mezcla	Sabor	Color	Olor	Textura
100 % HRT	3.6 a	3.5 a	3.3 a	3.4 ba
25 % HIQ	3.7 a	3.5 a	3.1 a	3.7 a
50 % HIQ	3.0 ba	3.1 a	2.6 a	2.9 ba
75 % HIQ	2.7 b	3.0 a	2.8 a	2.6 b
100 % HIQ	2.5 b	3.1 a	2.9 a	2.7 b

Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 4** Medias de los atributos sensoriales de mezclas de harina refinada de trigo (HRT) y harina integral de quinua (HIQ).

De acuerdo a los panelistas, la combinación con 25 % HIQ indica que los atributos sensoriales de sabor, color, textura y olor en las galletas elaboradas tienen un gusto moderado respecto al testigo 100% HTR. Las concentraciones superiores de 50 % de HIQ desfavorecen los atributos sensoriales indicando evaluaciones de me gusta poco por parte de los panelistas.

## Agradecimiento

Al grupo de Investigadores del INIFAP-Campo Experimental del Valle de México, Programa de Mejoramiento Genético de Trigo y Quinoa por las facilidades en este estudio.

A las autoridades de la UT de Xicotepéc por facilitar la movilidad docente y estudiantil para desarrollar el proyecto de Investigación.

## Conclusiones

La incorporación de harina integral de quinua (HIQ) del 10 %, 20 % y 50 % en las formulaciones con harina de trigo refinada (HRT), disminuyó el volumen de sedimentación (VS), aumento la tenacidad (P) y la relación tenacidad/extensibilidad (PL), así mismo redujo la extensibilidad (L), por lo que se desfavoreció el volumen de pan (VP).

La calidad galletera medida como factor galletero no se desfavoreció debido a la incorporación harina integral de quinua. La evaluación sensorial de galletas elaboradas con la mezcla de 25 % de HIQ presento la mejor aprobación en la prueba sensorial respecto al testigo de 100 % HRT. La incorporación de concentraciones mayores de 50% de HIQ en las formulaciones desfavorecieron el sabor, el olor y la textura de las galletas.

## Referencias

American Association of Cereal Chemists (2005). Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association: St. Paul, MN.

Arroyave S.L. M.y Esguerra R. C. (2006). Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación. Tesis de licenciatura. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá, Colombia.

Barquera, S.; Campos I; and River, J.A. (2013). México attempts to tackle obesity: the process, results, push backs and future challenges. Obesity reviews.

CANIMOLT (2006). Camara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. WWW.CANIMOLT.ORG .julio 2016

Enriquez N., Peltzer M., Raimundi A., Tosi V., Pollio M.L. (2003). Characterization of the wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making quality. Journal of the Argentine Chemical Society 91: 47-54.

Salazar, Z. A. (2000). Calidad industrial del trigo para su comercialización. El Trigo de Temporal en México. HE Villaseñor, E Espitia (eds). SAGAR, INIFAP. México. pp, 192-207.

SAS Institute (2002). SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP. 6.04. Fourth ed. Cary, NC, USA. pp: 996.

SIAP-SAGARPA (2018). Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de la red. www.siap.gob.mx. Mayo 2018.

Stikic R., Glamoclija D., Demin M., Vucelic-Radovic B., Jovanovic Z., Milojkovic-Opsenica Jacobsen D., Milovanovic S.-E. M., (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. Journal of Cereal Science 55: 132 -138.