

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LA HARINA DE QUINUA ORGÁNICA (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD.)

José M. Mira-Vásquez^{1*} y Manuel G. Roca-Argüelles²

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Panamericana Sur km 1½
Riobamba, Ecuador.

²Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana. Cuba.

E-mail: jmmira_18@hotmail.com

RESUMEN

El interés de la presente investigación fue conocer la composición química, digestibilidad *in vitro* y propiedades físicas y funcionales de la harina de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedente de la Provincia de Chimborazo, Ecuador. Su comparación en cuanto a la composición química y digestibilidad *in vitro* con la harina producida en la Provincia de Pichincha y la literatura citada, permitió ver la factibilidad de la utilización directa como harina y obtención de aislado proteico para su uso como extensores cárnicos. La harina de quinua orgánica procedente de la Provincia de Chimborazo por sus características: proteína 13,81 %; grasa 7,60 %; humedad 7,04 % y digestibilidad 76,51 %; así como por sus propiedades funcionales puede ser empleada en la elaboración de productos cárnicos en sustitución de la harina de trigo y para la obtención de aislado proteico.

Palabras clave: quinua, harina, composición química, propiedades funcionales.

ABSTRACT

Physical, chemical and functional characteristics of organic quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.)

The aim of the present investigation was to determine the chemical composition, *in vitro* digestibility and physical and functional properties of the organic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour from the Province of Chimborazo, Ecuador. Its comparison in chemical composition and *in vitro* digestibility with the flour produced in the Province of Pichincha and the mentioned literature, allowed to see the feasibility of the direct use as flour and obtaining protein isolate for use as meat extenders. Organic quinoa flour from the Province of Chimborazo for its characteristics: protein 13.81%, fat 7.60%, moisture 7.04% and digestibility 76.51%, as well as its functional properties can be used in the production of meat products in substitution of wheat flour and for obtaining protein isolate

Keywords: quinoa, flour, chemical composition, functional properties.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo que durante miles de años fue el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes de América del Sur y está distribuido en diferentes zonas agroecológicas de la región. En la actualidad la quinua se encuentra en franco proceso de expansión porque representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de la población de los Andes y del mundo moderno (1).

Es un cultivo con alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de diversas regiones del planeta, especialmente en aquellos países donde la población

***José Miguel Mira Vásquez:** Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Diplomado en Producción Animal Sostenible, con salida en Industrialización de la Carne. Profesor titular en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Estudiante de Doctorado en Ciencias de los Alimentos en la Universidad de La Habana.

tiene escaso acceso a fuentes de proteína (2). Resulta una fuente muy atractiva de proteína no animal, debido a la ausencia de gluten y su favorable perfil de aminoácidos, puede ser consumida por gran parte de la población incluídas las personas celíacas (3, 4).

La quinua presenta un excelente valor nutricional comparable con las carnes, huevos y leche, los valores con relación a los nutrientes entre las diferentes variedades y fuentes de cita varía considerablemente (5). Se reportan contenidos de 16,3 g/100 g de proteína para la quinua Salta (6, 7); debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO.

El alto valor nutricional de la quinua se completa con su muy adecuado balance en ácidos grasos esenciales, destacando su alto contenido de ácido linoleico (50,2 a 56,1 %) y oleico (22,0 a 24,5 %) y moderado de linoléico (5,4 a 7,0 %) (8, 9). Además la quinua tiene alto contenido de calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (10).

El interés de la presente investigación fue conocer la composición química, digestibilidad in vitro, propiedades físicas y funcionales de la harina de quinua orgánica procedente de la Provincia de Chimborazo, Ecuador, ya que es considerada como un producto de exportación para Estados Unidos. Su comparación en cuanto a la composición química y digestibilidad in vitro con la harina producida en la Provincia de Pichincha y la literatura citada, permitió ver la factibilidad de la utilización directa como harina y obtención de aislado proteico para su uso como extensores cárnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de las harinas de quinua procedentes de las Provincias de Chimborazo y Pichincha. El análisis químico (humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y carbohidratos), se realizó según el método AOAC (11); para la digestibilidad in vitro se utilizó la técnica (12) que consistió en pesar 1 g de muestra, se añadieron 25 mL de tampón fosfato (0,1 M; pH = 6), solución tampón A, y 10 mL de ácido clorhídrico (HCl 0,2 M) y se mezcló. Se ajustó el pH a 2 y se añadió 1 mL de

pepsina en ácido clorhídrico (0,2 M), con 25 mg/mL de pepsina. Las muestras se introdujeron en la estufa a 40 °C durante 1,5 h (primer periodo de incubación). A cada mezcla se añadieron 10 mL de la solución fosfato tamponada (0,2 M; pH=6,8), tampón B para mantener estable el pH, y 5 mL de hidróxido de sodio (NaOH 0,6 M) para neutralizar la solución. El pH se ajustó a 6,8; luego se añadió 1 mL de pancreatina en tampón B, con 100 mg/mL (porcine, grade VI, Sigma n. P-1750). El contenido se introdujo en la estufa a 40 °C durante 3,5 h (segundo periodo de incubación). Se tomaron los datos respectivos para los cálculos y presentación de resultados. El tamaño de partículas se basó en la norma ecuatoriana NTE INEN 0517 (13). Para el índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA), se utilizó un método descrito por la literatura (14) y para el poder de hinchamiento (PH) un método señalado por estudios similares (15). Para los tres casos se pesaron 2,5 g de muestras (M), se llevaron a tubos de centrifuga de 50 mL previamente tarados, tara de tubos de centrifuga (Ta 1), se añadieron 30 mL de agua a 30 °C y se llevaron los tubos con las muestras a 30 °C por 30 min. Luego se centrifugó a 5000 rpm⁻¹ durante 20 min, se midió el volumen de los sobrantes o volumen total de sólidos (VTS), se pesó el tubo de la centrifuga, tara 1 más gel (Ta 1 +G) y por diferencia de su tara se obtuvo el peso del gel. Se tomó del sobrante una alícuota de 10 mL, volumen alícuota (VAS) y se llevó a placas Petri previamente taradas, tara de placa Petri (Ta 2) y se evaporó a 100 °C. Se llevaron las placas Petri a un desecador por una hora y se pesaron, peso de las placas Petri más sólidos solubles (Ta 2 +S) y por diferencia de su tara se obtuvieron los solubles; para cada análisis se aplicaron las fórmulas respectivas. Se trabajó con la estadística descriptiva considerando la media y desviación estándar con el empleo del software SAS 8.1; para las pruebas de significancia entre las dos harinas se aplicó la prueba de t de Student.

$$I. A. A. = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

$$I. S. A = \frac{(\text{Peso de solubles (g)} \times 100)}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Donde:

$$P. S. = \frac{((Ta + S) - (Ta2)) \times VT}{VA}$$

y

$$P. H. = \frac{\text{peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra(g)} - \text{Peso de los solubles (g)}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos del análisis proximal y digestibilidad *in vitro* de los dos tipos de harina producidas en las Provincias de Chimborazo conocida como quinua orgánica, que para la presente investigación se la ha identificado como H1 y la de Pichincha como H2.

El contenido de humedad de las dos harinas presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) siendo mayor el de la H2. Sin embargo, los dos valores concuerdan con la norma ecuatoriana NTE INEN 1673 (16) que señala un máximo de 13,5 %; con relación a las cenizas, los valores obtenidos no presentaron diferencias significativas y se encuentran dentro de lo establecido en la misma norma (16) que indica un máximo de 3,5 %, presentando éstos porcentajes una ligera diferencia con los datos reportados por la tabla de composición química de los alimentos ecuatorianos (2,4 %) (17); sin embargo, los valores señalados son inferiores a los registrados en la variedad INIAP Tuncahuan 3,7 % (18).

El contenido de proteína de la harina H1 fue mayor al de la H2, el valor de la primera fue similar al de la variedad citada anteriormente con (13,9 %) (18) y comparable a la vez con los datos de la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos (14,2 %) (17).

En lo referente a la fibra, se evidencian diferencias significativas entre las dos harinas, siendo superior el porcentaje de la H2 y éstos a su vez son menores a los valores obtenidos en la literatura (8,61 %) (18), la norma ecuatoriana en este caso puntualiza el requerimiento mínimo de 3,0 %; en cambio que, el contenido de grasa de la H1 fue superior al de la H2 y al registrado en la variedad INIAP Tuncahuan (4,95 %) y la tabla de composición química de los alimentos ecuatorianos (4,1 %), es posible que las diferencias presentadas en los diversos componentes se deban a las condiciones agroecológicas, tipos de suelo y otros factores donde se han cultivado las quinuas.

En los valores de carbohidratos de las dos harinas no existieron diferencias estadísticas, siendo éstos inferiores a los reportados (66,20 % y 66,73 %) (17, 18).

En cuanto a la digestibilidad *in vitro*, la harina de quinua H1 registró un valor más alto que la H2. Según la FAO/OMS la digestibilidad de la proteína de quinua cambia de acuerdo a la variedad y el tratamiento a que son sometidas, en el caso de la H1 esta se enmarca en los estudios comparativos realizados por la FAO/OMS usando el método de balance en ratas, clasificándola en la tercera posición que va de 70 a 85 % (19).

De acuerdo con los resultados obtenidos la harina de quinua H1 fue la que presentó los mejores niveles de humedad, proteína y digestibilidad *in vitro*, por lo que se ha seleccionado para la continuación de los análisis correspondientes a la presente investigación.

Tabla 1. Composición química y digestibilidad *in vitro* de las harinas de quinua H1 y H2

Determinación	H1*	H2**
Humedad (%)	7,04 (0,40) ^b	10,37 (0,31) ^a
Cenizas (%)	2,89 (0,11) ^a	2,60 (0,26) ^a
Proteína bruta (%)	13,81 (0,14) ^a	11,41 (0,26) ^b
Fibra cruda (%)	3,79 (0,12) ^b	6,30 (0,14) ^a
Grasa (%)	7,60 (0,16) ^a	3,87 (0,13) ^b
Carbohidratos (%)	64,88 (0,28) ^a	65,46 (0,42) ^a
Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	76,51 (0,20) ^a	65,42 (0,25) ^b

Letras diferentes en la fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

*Harina producida en la Provincia de Chimborazo.

**Harina proveniente de la Provincia de Pichincha.

La Fig. 1 muestra la distribución del tamaño de partículas de la harina de quinua H1. El tamaño de partícula predominante con mayor porcentaje en peso fueron las muestras retenidas en los tamices No. 50 y 80 (ASTM), es decir, entre 180 y 300 μm con el 38,20 y 31,13 %, respectivamente. Estudios realizados (20) señalan que se utilizaron harinas de maíz, arroz y quinua cuya retención mayor se obtuvo en el tamiz de 100 mallas (150 μm) para la preparación de un producto libre de gluten. Los datos obtenidos en la presente investigación son comparables con otros autores (21), quienes caracterizaron las harinas de quinua y una leguminosa conocida como chachafruto con un tamaño de partícula < 250 μm para su uso como extensores cárnicos.

Otros investigadores (22) señalan que el tamaño del tamiz empleado dependerá de las características del producto que se pretenda obtener. Para productos libres de gluten se emplean harinas tamizadas en tamiz vibratorio con malla de 70 y 100 (ASTM) equivalente a 212 y 150 μm , respectivamente, para el tamaño de partícula, datos que concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, sobre todo los dos.

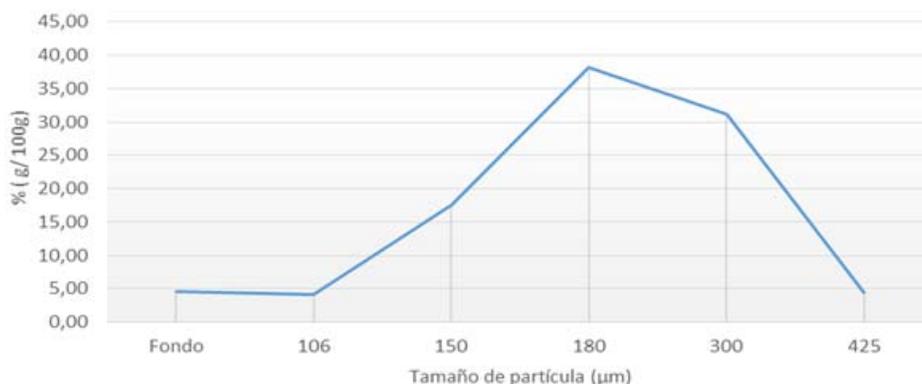


Fig. 1. Distribución del tamaño de partícula de la harina de quinua proveniente de la Provincia de Chimborazo, Ecuador.

Tabla 2. Propiedades funcionales de la harina de quinua H1

Harina	IAA	ISA (%)	PH
Quinua H1	2,55 (0,02)	7,65 (0,10)	2,57 (0,21)
Quinua*	2,31 (0,08)	5,10 (0,12)	2,43 (0,08)
Quinua Faro**	2,72	nd	2,95
Quinua UDEC10**	2,66	nd	2,86

*Referencia Rodríguez-Sandoval y col. (2012)

** Referencia: Hevia y col. (2001)

nd: no dato

La Tabla 2 muestra los resultados de las propiedades funcionales evaluadas en la harina de quinua orgánica. Los datos obtenidos en el presente estudio relacionados con el índice de absorción de agua (IAA) de la harina H1 fueron similares a los reportados (22) y a los dos genotipos de quinua Faro y UDEC10 (23). Se nota que las variedades de quinua, así como los tipos de suelo, fertilización y otros factores agroecológicos no afectaron este parámetro.

En cambio, el índice de solubilidad en agua (ISA) de la harina de quinua H1 presentó valores mayores a los reportados por la literatura, esta diferencia posiblemente se deba a un alto contenido de grupos fosfato en la amilopectina (22) de la harina de la presente investigación.

El poder de hinchamiento (PH) de la harina H1, presentó valores comparables a los de la literatura (22, 23). La morfología, el procesamiento y la composición de las harinas pueden afectar las propiedades funcionales (24); sin embargo, en esta variable se observó un comportamiento normal frente a otros valores reportados en harinas de diferentes variedades de quinua.

CONCLUSIONES

La harina de quinua orgánica procedente de la Provincia de Chimborazo por sus características: proteína 13,81 %; grasa 7,60 %; humedad 7,04 % y digestibilidad 76,51 %; así como por sus propiedades funcionales puede ser empleada en la elaboración de productos cárnicos en sustitución de la harina de trigo y para la obtención de aislado proteico.

REFERENCIAS

1. FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. *Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Fundación PROINPA, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia. 2013.
2. Bojanic, A. La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria. Santiago de Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2011.
3. Ortega, K.; Hernández, D.C. y Acosta, H. Desarrollo y caracterización de un producto libre de gluten a base de harinas de maíz, arroz y quinua. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cali, 2012.
4. Föste, M.; Elgeti, D.; Brunner, A.-K.; Jekle, M. y Becker, T. Food Bioprod. Process. 96: 20-26, 2015.
5. Nowak, V.; Du, J. y Charrondiere, R. Assessment of the nutritional composition of quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, 2015.
6. Cervilla, N.S.; Mufari, J.R.; Calandri, E.L. y Guzmán, C.A. Propiedades físicas de semillas y análisis proximal de harinas de *Chenopodium quinoa* Willd. cosechadas en distintos años y provenientes de la provincia de Salta. II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limítrofes. Resistencia – Argentina. 2012.
7. Mota, C.; Santos, M.; Mauro, R.; Samman, N.; Matos, A. S.; Torres, D. y Castanheira, I. Food Chem. 147: 209-214, 2014.
8. Wahli, Ch. *Quinua, hacia su cultivo comercial*. Latinreco S.A. Quito, Ecuador, 1990.
9. Ruales, J. y Nair, B. Arch. Latinoamer. Nutr. 42: 232-241, 1992.
10. Repo-Carrasco, R., Cortez, G., Onofre, R., Quispe, L y Ramos I. Cultivos Andinos. En: A. León y C. Rosell (Eds.). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación Iberoamericana*. Córdoba; pp. 245-294, 2007
11. AOAC *Official Methods of Analysis*. 17th ed., Washington D.C., 2002.
12. Boisen, S. y Fernández, J.A. Animal Feed Sci. Technol. 51: 29-43, 1995.
13. INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 517. Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas. Quito, 1980.
14. Orozco, C. Elaboración de un alimento infantil cocido por extrusión formulado a base arroz-soya y leche en polvo. Escuela Politécnica Nacional, Quito, 1990.
15. Coyago, E. Características físico químicas, funcionales y reológicas de masas de banana. Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2003.
16. NTE INEN. Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1673:2013. Especificaciones técnicas fisicoquímicas.
17. Cuadrado, S. La quinua en el Ecuador situación actual y su industrialización. Tesis para obtener el título de Master en Administración de Empresas. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. 2012.
18. Peralta, E. La Quinua en Ecuador. Estado del Arte. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, 2009.
19. Ayala, G., Ortega, L. y Morón, C. Valor nutritivo y usos de la quinua. En: A. Mujica, S. Jacobsen, J. Izquierdo y J.P. Marathe (Eds.). *Quinua: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile, 2004.
20. Ortega, K.; Hernández, D. y Acosta, H. Desarrollo y caracterización de un producto libre de gluten a base de harinas de maíz, arroz y quinua. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cali, Colombia. 2011.
21. Delgado, N. y Albarracín, W. Vitae 19 (Supl. 1): S430-S432, 2012.
22. Rodríguez-Sandoval, E.; Lascano, A. y Sandoval, G. Rev. U.D.C.A Act. Div. Cient. 15 (1): 199-207, 2012.
23. Hevia, F.; Wilckens, R.; Berti, M. y Badilla, R. Agro Sur 29 (1): 40-51, 2001.
24. Singh, N.; Singh, J.; Kaur, L.; Sodhi, N.S. y Gill, B.S. Food Chem. 81: 219-231, 2003.