

OBTENCIÓN DE AISLADO DE PROTEÍNA DE QUINUA (*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. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, Cuba.

E-mail: jmmira_18@hotmail.com

RESUMEN

Se diseñó un método de optimización para la obtención de aislados proteicos de quinua obtenida en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. El proceso se basó en los factores pH (8, 9, 10 y 11), tiempo de mezclado (40, 50 y 60 min) y temperatura (20, 30 y 40 °C), los rangos se determinaron considerando valores de la literatura. La matriz experimental obtenida del diseño D-óptimo, brindó 20 corridas experimentales con tres réplicas, se realizaron aleatoriamente dado por el propio programa. La variable de respuesta fue el rendimiento. El método de D-óptimo seleccionó los factores pH 11, 60 min de mezclado y 20 °C; sin embargo, se consideró la composición aminoacídica del aislado y las propiedades funcionales como variables no desnaturizantes de las proteínas, y se concluyó que el mejor método de obtención fue a pH 10, con el mismo tiempo y temperatura del método mencionado anteriormente.

Palabras clave: aislados de proteína, quinua, optimización, pH, aminoácidos, rendimiento.

ABSTRACT

Obtaining of a protein isolate from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

An optimization method to obtain protein isolates of quinoa from the Province of Chimborazo, Ecuador was designed. The process was based on pH (8, 9, 10 and 11), mixing time (40, 50 and 60 min) and temperature (20, 30 and 40°C) factors; the ranges were determined considering literature. The experimental matrix obtained from the D-optimal design, provided 20 experimental runs with three replicates, which were performed randomly by the program itself. The response variable was performance. The D-optimum method selected the factors pH 11, 60 min of mixing and 20°C; however, the amino acid composition of the isolated and the functional properties were considered as non-denaturing variables of the proteins, and it was concluded that the best obtaining method was at pH 10, with the same time and temperature of the aforementioned method.

Keywords: protein isolates, quinoa, optimization, pH, aminoacids, yield.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano milenario, nativo de la región andina cultivado y ampliamente utilizado por las culturas ancestrales, muy consumido por los incas (1). Actualmente, la NASA lo considera como uno de los alimentos "más completos" para los seres humanos. Su gran adaptación a diversos climas y suelos ha permitido que los antiguos habitantes de los valles interandinos, así como de zonas altas (>3500 msnm), frías (medias de 12 °C) y áridas (regímenes medios de 350 mm) pudieran aprovechar la excelente calidad nutritiva de este grano (2). Se menciona que en el Ecuador (3), y de manera particular en la provincia de Chimborazo, el cultivo de quinua se ha

***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.

mantenido y consolidado principalmente por tradición y por ser un componente habitual en la dieta de los chimboracenses.

Las proteínas aisladas de los vegetales están ganando importancia en la industria alimentaria (4), la moderna tecnología de elaboración de alimentos permite una utilización más eficaz de las proteínas vegetales, mediante la elaboración de extractos proteicos de mayor calidad (5).

Los aislados proteicos pueden obtenerse a partir de la materia prima natural. La extracción y purificación de los constituyentes proteicos, están basados en el método de obtención de aislados proteicos de leguminosas como la soya y los lupinos, entre ellos el tarwi o métodos para aislar proteínas de los cereales (6).

El objetivo del presente estudio fue la obtención de aislado proteico de quinua para utilizarlo como extensor en productos cárnicos de pasta fina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se partió de una harina previamente desgrasada con éter de petróleo (fracción 40 a 60 °C). La extracción se hizo con agua destilada (10 % m/v), se estabilizó el pH con una solución de NaOH 1 N a valores de pH de 8, 9, 10 y 11 (según el diseño) a 20, 30 y 40 °C, se mantuvo en agitación por tiempos variables (40, 50 y 60 min), el residuo con polisacáridos insolubles incluyendo la fibra se eliminó por centrifugación (30 min a 3 500 min⁻¹). El extracto obtenido se acidificó a pH isoelectrico de la proteína 4,5 (con una solución de HCl 1 N), lo que permitió que precipitara la misma, la cual se separó del suero (fracción soluble) por centrifugación (30 min a 3 500 min⁻¹), se lavó con agua destilada y se neutralizó la proteína aislada. Finalmente, se secó de forma artificial a 40 °C hasta peso constante (6).

Al aislado obtenido se le determinaron la composición proximal, propiedades funcionales y características microbiológicas, según las siguientes referencias: proteína (7), humedad (8), cenizas (9), fibra (10), grasa (11), perfil de aminoácidos método MMQ-HPLC-12, conteo de microorganismos aerobios (12), conteo de coliformes totales (13); conteo de mohos y levaduras, (14), capacidad de retención de agua y aceite (15), índices de absorción y solubilidad en agua (16) y poder de hinchamiento (17).

El proceso de aislamiento empleado se basó en los factores pH, tiempo y temperatura según los niveles en los rangos determinados por estudios similares (6, 19-21) (Tabla 1). Dichos valores definieron la matriz experimental del diseño D-óptimo con el método estadístico Design-Expert 8.0, en el que resultaron 20 corridas experimentales, que se realizaron aleatoriamente con valores dentro del rango dado por el propio método. La variable de respuesta fue el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los resultados de las 20 corridas realizadas con tres réplicas según el diseño señalado anteriormente. Haciendo una apreciación visual se pudo observar que los pH alcalinos más altos fueron los que mejor rendimiento presentaron (21).

El método brindó 43 soluciones con diferentes significaciones, a continuación se muestran solo las dos primeras soluciones de acuerdo a las restricciones impuestas: A: pH 11, tiempo de mezclado 60 min y temperatura de 20 °C y B: pH 10, tiempo de mezclado 50 min y temperatura de 30 °C.

Con los aislados obtenidos, se evaluó y comparó la calidad de aminoácidos de los dos métodos de mayor rendimiento como variables de desnaturalización de las proteínas, independientemente de la selección propuesta por el programa (Tabla 3). Se analizó la composición aminoacídica de las muestras obtenidas, coincidiendo

Tabla 1. Factores considerados en el diseño experimental

Factor		Valor			
pH	8	9	10	11	
Temperatura (°C)	20	30	40	-	
Tiempo (min)	40	50	60	-	

Tabla 2. Resultados de la obtención de aislado de proteína de quinua según el diseño experimental

Corrida	pH	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)
1	8	40	30	5,50
2	11	40	20	8,50
3	11	60	40	8,50
4	8	60	30	6,50
5	11	40	40	8,50
6	8	50	20	6,50
7	8	50	20	6,50
8	10	50	30	6,50
9	8	50	40	5,00
10	11	60	20	8,75
11	10	50	30	6,50
12	9	40	40	5,50
13	10	50	30	6,50
14	9	60	20	6,75
15	10	50	30	6,50
16	8	40	30	5,50
17	8	60	30	6,50
18	9	40	20	6,50
19	10	50	30	6,50
20	9	60	40	6,00

Tabla 3. Resultados de la evaluación de aminoácidos

Aminoácido	pH evaluado			
	10	11	9**	11***
Ácido aspártico	7,37	7,60	6,16	7,70
Serina	4,95	5,00	3,98	5,20
Ácido glutámico	9,30	8,00	12,67	16,10
Histidina*	3,76	3,00	1,98	2,50
Glicina	5,62	5,20	4,10	5,50
Arginina*	8,34	7,00	7,59	9,80
Treonina*	4,44	5,00	3,34	4,70
Alanina	4,81	4,20	2,91	4,10
Prolina	4,28	nd	0,00	nd
Cistina	2,56	0,50	0,45	0,70
Tirosina	3,43	3,20	2,71	3,90
Valina*	4,93	4,90	3,86	5,20
Metionina*	3,48	2,60	1,68	2,60
Lisina*	5,58	5,00	4,01	5,70
Isoleucina*	4,51	3,58	3,30	4,30
Leucina*	5,22	6,70	5,61	7,60
Fenilalanina*	3,43	4,50	3,43	4,50
Rendimiento (%)	6,50	7,64	nd	nd

*aminoácido esencial; nd: no dato; **Rivera 2006; ***Silva, 2006.

con lo reportado antes (23), en el sentido que se debe realizar un análisis donde se considere un equilibrio entre mayor rendimiento de extracción con las mínimas pérdidas nutricionales. Éstas se compararon entre ellas y con lo informado, observándose que de los nueve aminoácidos esenciales, seis tuvieron valores un poco mayores con pH 10, entre los que se encuentran la histidina, arginina, valina, metionina, lisina y la isoleucina; de manera especial la lisina que es muy escasa en los alimentos vegetales y la metionina fuente principal de azufre y necesaria para el metabolismo de la insulina (6).

Esto permitió decidir, independientemente del mayor rendimiento obtenido a pH 11, por el contenido de aminoácidos esenciales que caracterizan la calidad de las proteínas de la quinua (24), constituyéndose en un factor de decisión. Con este criterio, al programa se le impusieron las siguientes restricciones: Maximizar el rendimiento y evaluar el pH 10.

El programa con nuevas restricciones (pH 10) brindó 23 soluciones, de las cuales seleccionó la de mejor rendimiento como se muestra a continuación: pH 10,

tiempo de mezclado 60 min y temperatura de 20 °C. La diferencia de rendimiento resulta mínima; sin embargo, la calidad aminoacídica es mejor.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos del análisis físico-químico del aislado proteico del presente estudio y su comparación con otras investigaciones realizadas en Bolivia (21) y en la VI Región de Chile (6, 20). El contenido de proteína, es similar a los reportados por el resto de los autores, excepto uno de ellos (6) cuyo porcentaje fue inferior; el contenido de cenizas es comparable a dos de los trabajos señalados (6, 20); la humedad, aunque fue algo mayor no rebasó los límites aconsejables, de hecho estos valores son altamente influenciados por la variedad de quinua y condiciones de cultivo empleados.

La Tabla 5 presenta las propiedades funcionales consideradas en la presente investigación. La capacidad de retención de agua de las proteínas, es un índice importante en la evaluación del comportamiento como ingrediente en productos cárnicos. Esta propiedad afecta no sólo las condiciones del procesamiento sino también la calidad final de los productos (25, 26).

Tabla 4. Composición química del aislado de proteína de quinua obtenido (n=3)

Aislado de proteína	Proteína (%)	Humedad (%)	Fibra (%)	Ceniza(%)
AQ1	86,0(0,3)	10,06 (0,04)	0,54 (0,01)	3,15 (0,03)
QIK	85,2	7,59	nd	1,27
QST	83,4	8,10	nd	1,56
A9	77,2 (0,2)	6,10	nd	3,00
A11	83,5 (0,2)	6,80	nd	3,50

AQ1: aislado proteico de quinua de la presente investigación.

QIK y QST: aislados proteicos de quinua itinaira-kallutaca y surumi taraco (20).

A9: aislado proteico de quinua (6).

A11: aislado proteico de quinua (19).

nd: no dato

Tabla 5. Propiedades funcionales del aislado de proteína de quinua (n=3)

Propiedad funcional	pH 10	pH 9*	pH 11**
Capacidad de retención de agua (mL/g de aislado)	3,7	3,1	4,0
Capacidad de retención de aceite (mL/g de aislado)	2,2	-	-
Índice de absorción de agua (mL/g de aislado)	2,6	1,8	2,8
Índice de solubilidad en agua (%)	8,1	-	-
Poder de hinchamiento (g)	2,8	-	-

* (6)** (19).

Los valores de retención de agua para el aislado proteico de quinua de la presente investigación fueron casi similares a la literatura (6, 20). Sin embargo, el valor de 4,0 mL/g de uno de los aislados (20), se podría deber en un principio, al mayor grado de desnaturalización que presentaron las proteínas, aunque también está en función de cómo se encuentran las moléculas proteicas en los agregados luego del tratamiento.

La capacidad de absorción de agua es un parámetro muy importante desde el punto de vista tecnológico, vinculado a la práctica de rehidratación que normalmente se realiza antes de la utilización de cualquier ingrediente proteico (25). La mayor capacidad de absorción de agua es el resultado de una mayor desnaturalización de las proteínas (20). En el presente estudio a pH 10 se obtuvo un valor similar a uno de los autores (19).

El índice de absorción de agua y el poder de hinchamiento son usados como indicadores de la retención del agua, mientras que el índice de solubilidad indica el nivel de degradación de los polímeros contenidos en

éste (27). Los valores del índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento fueron similares a los del almidón de quinua del genotipo Faro (27), cuyos valores fueron de 7,74 y 2,94 g, respectivamente.

El conteo total de microorganismos aerobios a 30 °C fue de 2×10^3 , el de coliformes totales 6×10^1 , el conteo de mohos a 25 °C $1,5 \times 10^2$ y de levaduras a 25 °C < 10 . No se encontraron en la literatura valores de análisis microbiológicos de los aislados. Sin embargo, se puede asegurar que los resultados obtenidos se encuentran en los rangos admisibles y resultan inferiores o similares a cualquier materia prima empleada en la elaboración de productos cárnicos.

CONCLUSIONES

El mejor método para la obtención de aislados proteicos de quinua fue de pH 10, 60 min de mezclado y 20 °C, que fue seleccionado por la composición aminoacídica de las proteínas y sus propiedades funcionales.

REFERENCIAS

1. Peiretti, P.; Gaia, F. y Tassoneb, S. 183(1-2):56 - 61. 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. Paspuel, S. *Comercialización de quinua orgánica de la Provincia de Chimborazo y la demanda en Miami* (tesis de diploma, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador) 2014.
4. Ruales, J. y Nair, B. Arch. Latinoamer. Nutr. 42:232-241, 1992.
5. Bohinski, R. *Bioquímica*. La Paz, Fondo Educativo Interamericano S. A., 1976, p. 23.
6. Rivera, F.M. *Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium quinua)* (tesis de diploma, Universidad de Chile, Santiago, Chile) 2006.
7. NC-ISO 712:2002. *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina*. Cuba.
8. NC-ISO 712:2002. *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad*. Cuba.
9. NC ISO 2171:2002. *Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de cenizas totales*. Cuba.
10. A.O.A.C., 32-05:2002. *Determinación de fibra*. FAO Food and Nutrition Paper 14/7. Italia, 2002.
11. NC-ISO 1443: 2004. *Método Soxhlet para determinación de grasa*. Cuba.
12. NC ISO 4833-1: 2014. *Microbiología de la cadena alimentaria. Método Horizontal para la enumeración de microorganismos. Parte I Conteo de colonias a 30 °C por técnica de placa vertida*. Cuba.
13. NC ISO 4832:2002. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes*. Cuba.
14. NC ISO 7954:2002. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C*. Cuba.
15. Quinn, J.R. y Paton, D.A. Cereal Chem. 56:38-40, 1979.
16. Orozco, C. *Elaboración de un alimento infantil cocido por extrusión formulado a base arroz-soya y leche en polvo*. Quito, Escuela Politécnica Nacional, 1990.
17. Coyago, E. *Características físicoquímicas, funcionales y reológicas de masas de banana*. Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2003.

18. Mujica, A. *Proyecto Quinoa: Cultivo multipropósito para los países Andinos. Informe Final*. Lima, Asociación Perú Vive Bien, 2006.
19. Silva, J. *Obtención, caracterización y relación estructura-funcionalidad de un aislado proteico de quinoa (Chenopodium quinoa) orgánica proveniente de la VI Región de Chile*. Santiago, Universidad de Chile, 2006.
20. Callisaya C. *Rev. Bol. Quím.* 26(1):12-20, 2009.
21. Mufari, R. *Aprovechamiento integral del grano de quinoa. Capítulo 7 Aislado Proteínico*. Córdoba, Grasso Florencia, Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba, 2015.
22. Albarrán, R. *Estudio de Algunos Componentes Químicos, Caracteres Morfoanatómicos y Patrones Proteicos en Semillas de dos Ecotipos de Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd)* (tesis de diploma, Universidad de Concepción, Chillán, Chile) 1993.
23. Pilosof, A.M. *Retención de agua. En: Caracterización Funcional y Estructural de Proteínas*. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 2000.
24. Abugoch, J. y Lilian, E. *Relación estructura-funcionalidad de glutelinas y aislados proteicos de amaranto (Amaranthus hypochondriacus)* (tesis doctoral, Universidad de La Plata, Buenos Aires, Argentina) 2006.
25. Hevia, F.; Berti, M.; Wilckens, R.; Yévenes, C. *Chile. Agro Sur* 30(1):24-31, 2002.