

POTENCIAL NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA W*) VARIEDAD PIARTAL EN LOS ANDES COLOMBIANOS PRIMERA PARTE

NUTRITIONAL POTENCIAL OF QUINUA FLOUR (*CHENOPODIUM QUINOA W*) PIARTAL VARIETY IN COLOMBIAN ANDES PART ONE

SANDRA ROMO¹, AURA ROSERO², CLARA L. FORERO³ Y EDMUNDO CERON⁴

PALABRAS CLAVE:

Quinua, calidad, valor nutricional.

KEYWORDS:

Quinua, quality, nutritional value.

RESUMEN

Existe abundante información agrícola de la quinua; situación que contrasta con pocos los datos sobre su poscosecha, manejo e industrialización. Este estudio exploratorio sobre quinua variedad Piartal, cultivada en el sur del departamento de Nariño, presenta información del grano en los aspectos: poscosecha, calidad, composición bromatológica, y aspectos nutricionales del grano y de harinas de quinua cruda y tostada.

ABSTRACT

There is ample agricultural information about the quinua, there is however, very limited data about its post-harvest treatment and industrialization. This exploratory study about the "Piartal" variety of the quinua, which is grown in the Department of Nariño, contains information about the grain after it is harvested, and aspects such as its quality, its bromatological composition, and also about the nutritional qualities of the grain, and of the flour of the raw and roasted quinua.

Recibido para evaluación: Noviembre 16 de 2005. Aprobado para publicación: febrero 27 de 2006

- 1 Ingeniera agroindustrial Universidad del Cauca
- 2 Ingeniera agroindustrial Universidad del Cauca
- 3 Docente Universidad del Cauca
- 4 Docente Universidad de Nariño

Correspondencia: Clara Luz Forero, e-mail: cforero@unicauca.edu.co

INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow), es nativa de las laderas de los Andes; los indígenas de Ecuador, Perú y Bolivia, sur de Colombia, Chile y norte de Argentina la han utilizado desde tiempos ancestrales, particularmente en regiones dominadas por los incas para diversos platos pues la consideran “el alimento de los dioses”. (3, 4, 6) La proteína de la quinua es rica en histidina y lisina, aminoácidos limitantes en granos como los cereales y se aproxima al patrón dado por la FAO para los requerimientos nutricionales de humanos; lo anterior le confiere un alto valor nutritivo, aspecto que actualmente es atractivo para los mercados nacional e interacional. (15, 16, 17)

En el Departamento de Nariño se ha rescatado y propagado material genético de la quinua, en especial de variedades dulces, con bajos contenidos de saponinas y buenas características sensoriales que permiten incluirla en diferentes alimentos, a diferencia de las variedades amargas cuyo sabor ha limitado su uso. (33)

En esta investigación se trabajó con tres productos de quinua variedad Piartal de una empresa(2) que produce: **grano limpio** (quinua grano) y **harina de quinua cruda y tostada**; ésta facilitó la materia prima y sus instalaciones para establecer algunos parámetros de los procesos empíricos allí aplicados y determinar la composición química teórica y potencial nutricional de sus productos. (7, 9, 10)

MARCO TEÓRICO

Grano de Quinua

El grano de quinua, de color blanco, gris o rosado, por su tamaño -menor que el de los cereales- (1,8 - 2,6 mm) se clasifica en *grande* (2.2-2.6 mm), *medio* (1.8-2.1 mm) y *pequeño* (menor de 1.8 mm). Su pericarpio almacena un esteroide (saponina) que fluctúa entre el 0.06% y 5.1%, que le da sabor amargo, presenta cierta toxicidad. (31, 32)

Composición química: la quinua se denomina pseudocereal por su alto contenido de carbohidratos, principalmente de almidón (50- 60%) que hace que se emplee como un cereal; sin embargo, normalmente su grasa es más alta que la de estos y su proteína mayor. (30)

El almidón se presenta en gránulos pequeños, localizados en el perisperma, con cerca del 20% de amilosa, y gelatiniza entre 55 y 65 °C. Los azúcares libres llegan al 6,2%. La fibra insoluble se ha cuantificado en 5,31%; la soluble en 2,49% y la dietética total en 7,80% (28).

Se considera libre de gluten porque su proteína está conformada principalmente por albúminas y globulinas solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la panificación, pero puede ser útil para alérgicos al gluten (enfermedades Sprue y Zólikali). (18, 27)

Cuadro 1. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca*

Elemento	Quinua**	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo
Proteína %	16,3	7,6	10,8	10,2	14,2
Grasa %	4,7	2,2	1,9	4,7	2,3
Carbohidratos totales %	76,2	80,4	80,7	81,1	78,4
Fibra cruda %	4,5	6,4	4,4	2,3	2,8
Cenizas %	2,8	3,4	2,2	1,7	2,2
Energía (kcal/100g)	399	372	383	408	392

Fuentes: TAPIA, METAL, 1979 (29, 30); ERPE, INIAP, IICA, GTZ; 2001 (14)

La calidad de la proteína está determinada por la cantidad de aminoácidos esenciales y por su digestibilidad que se aproxima al 80%; los valores máximos para este parámetro, cercanos al 100% son para la carne y la leche (Cuadro 2) (21, 22, 23). Para evaluar la calidad de proteína se emplean los siguientes parámetros.

Puntaje: es la relación entre los miligramos de aminoácidos recomendados para cada grupo de edad y los miligramos de aminoácidos que aporta el grano de quinua.

Índice de calidad proteica: es la relación de los requerimientos de proteína con el aminoácido limitante en sujetos de la misma edad.

La mayor parte de los lípidos de la quinua se encuentra en el embrión; la composición de sus ácidos grasos se asemeja a la de la soya, con alta proporción de linoleico y linolénico. El aceite del grano de la quinua demuestra gran estabilidad frente a la rancidez, la cual se atribuye a las altas concentraciones de tocoferol (vitamina E) que actúa como un antioxidante natural (14) (Cuadro 5).

El grano de la quinua tiene casi todos los minerales en un nivel superior a los cereales, su contenido de hierro, que

es dos veces más alto que el del trigo, tres veces más alto que el del arroz y llega casi al nivel del frijol (Cuadro 4).

La quinua supera los cereales en el contenido de las vitaminas B₂, E y A, mientras el contenido de B₃ es menor. Hay que averiguar otros aspectos.

El grano se puede clasificar según su contenido de saponina en: **quinua libre** (lavada): con 0.00 % de saponina; **quinua dulce**: < 0.06 % de saponina (variedad Piartal); **quinua amarga**: >0.16 % de saponina (variedades Pastos y Quillacinga) (22, 23, 27). La quinua dulce requiere sólo un ligero lavado de los granos o un escarificado; para la quinua amarga se recomienda el método combinado (Cuadro 6).

Empleo de la quinua: el grano entero, la harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo pueden ser preparados en múltiples formas. La planta entera se usa como forraje verde y sus residuos de cosecha para alimentar animales. En la medicina tradicional a las hojas, los tallos y los granos, se les atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de dientes y desinfectantes de las vías urinarias; se utiliza también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos) (5).

Cuadro 2. Comparativo de los aminoácidos del grano de la quinua, con otros alimentos

Aminoácido	Quinua*	Arroz	Maíz	Trigo	Fríjol	Carne	Pescado	Leche	Patrón FAO
	g aminoácidos/100 g de proteína								
Arginina	6,8	6,9	4,2	4,5	6,2	6,4	5,1	3,7	5,0
Fenilalanina	4,0	5	4,7	4,8	5,4	4,1	37	1,4	6,0
Histidina	2,8	2,1	2,6	2	3,1	3,5		2,7	3,0
Isoleucina	7,1	4,1	4	4,2	4,5	5,2	5,1	10	4,0
Leucina	6,8	8,2	12,5	6,8	8,1	8,2	7,5	6,5	7,0
Lisina	7,4	3,8	2,9	2,6	7	8,7	8,8	7,9	5,5
Metionina	2,2	2,2	2	1,4	1,2	2,5	2,9	2,5	3,5
Treonina	4,5	3,8	3,8	2,8	3,9	4,4	4,3	4,7	4,0
Trifófono	1,3	1,1	0,7	1,2	1,1	1,2	1	1,4	1,0
Valina	3,4	6,1	5	4,4	5	5,5	5	7	5,0

Fuentes: TAPIA, M y otros; ERPE, INIAP, IICA, GTZ. (14, 19, 20)

Cuadro 3. Contenido de ácidos grasos en el grano de quinua

Ácidos grasos	Quinua	Soya	Maní	Palma
	%			
Mirístico	0,2	-	-	15,6
Palmitico	9,9	9,4	9,3	8,7
Esteárico	0,8	4,4	2	2,9
Oleico	24,5	21,6	44,7	18,1
Linoleico	50,2	55,2	35,8	2,9
Linolénico	5,4	9,4	-	-
Laúrico	-	-	-	43,9
Eicosanoico	2,7	-	4,2	-
Docosanoico	2,7	-	3,4	-
Tetracosanoico	0,7	-	1,9	-

Fuente: *ERPE, INIAP, IICA, GTZ.

Cuadro 4. Contenido de minerales en el grano de la quinua

Mineral	Quinua	Trigo	Arroz	Fríjol
	mg/100 g alimento			
Calcio	148,7	50,0	27,6	119,1
Fósforo	383,7	380,0	284,5	367,4
Hierro	13,2	5,0	3,7	8,6
Potasio	926,7	500,0	212,0	1098,2
Magnesio	246,9	120,0	118,0	200,0
Sodio	12,2	10,0	12,0	10,3
Cobre	5,1	0,5	0,4	1,0
Manganeso	10,0	2,9	0,0	0,0
Zinc	4,4	3,1	5,1	0,0
Cloro	153,3			
Azufre	193,3			
Aluminio	11,0			
Boro	1,0			
Cobalto	0,005			
Molibdeno	0,001			
Selenio	0,003			

Fuente: *ERPE, INIAP, IICA, GTZ. Op Cit.

Cuadro 5. Contenido de vitaminas en el grano de la quinua.

Vitamina	Quinua	Arroz	Trigo	Frijol	Papa
	mg/ 100 g alimento				
Niacina B3	10,7	57,3	47,5	25,7	51,8
Tiamina B1	3,1	3,5	6,0	5,3	4,4
Riboflavina B2	3,9	0,6	1,4	2,1	1,7
Ácido Ascórbico C	49,0	0,0	1,2	22,5	69,4
α -Tocoferol E	52,63	0,0	0,0	0,1	0,3
β -carotenos A	5,3				

Fuente: *ERPE, INIAP, IICA, GTZ. Op Cit.

Variedad Piartal: En esta investigación se trabajó con la variedad Piartal que es la que se cultiva en mayor cantidad en el sur de Nariño y procede de la provincia del Carchi, al norte del Ecuador.

Labores postcosecha: la planta fructifica en panoja que, una vez cosechada, se procesa como sigue:

Secado natural: la composición de los granos no es uniforme, algunos presentan alta humedad y deben secarse para facilitar su desgrane, preservar su aspecto, características sensoriales y calidad nutritiva. Este proceso puede durar de 1 a 4 días y es deseable que la humedad del aire desecante no sea mayor de 70% (1).

Cuadro 6. Ventajas y desventajas de diferentes procesos de desamargado

Ventajas	Desventajas
Vía húmeda	
Buena calidad proteica Poca cantidad de granos dañados	Elevada cantidad de agua requerida Operación dificultada por enorme cantidad de espuma Costo elevado por secado Costo adicional por calefacción de agua de tratamiento
Vía seca (escarificación)	
Ningún requerimiento de agua Facilidad de manipulación	Producto con porcentaje demasiado alto de saponinas Significativas pérdidas en cuanto a valor nutritivo (proteínas y lípidos)
Método combinado (seco-húmedo)	
Consumo de agua razonable Grano con buena calidad proteica Cantidad aceptable de saponina Secado con energía solar Minimización del costo de energía Recuperación posible de saponinas	Mayor requerimiento de equipos

Fuente: DERPIC, 1988 (11).

Trilla manual: la trilla manual se hace por métodos tradicionales, como los siguientes. *Frotamiento con las manos*, cuando los cultivadores colocan las panojas entre sus palmas y dedos y friccionan; si al primer frotamiento los granos se desprenden con facilidad, se considera que la humedad es óptima (alrededor del 12%); si para su desgrane se necesitan varias fricciones, es recomendable secar más tiempo las panojas. *Frotamiento con piedras*, cuando la panoja se coloca sobre una piedra y se frota con la ayuda de otra. *Desgrane con zarandas*, cuando las panojas se colocan sobre zarandas y se rozan con la mano, para esto se deben utilizar guantes con el fin de evitar lesiones. *Desgrane por impacto*, cuando las panojas se empacan en sacos de fibra y se golpean con palos; los granos se desprenden y salen por los orificios del saco) (8). La eficiencia de la trilla manual es baja, sólo se obtiene un 60% de grano, el resto es una combinación panojas con grado adherido e impurezas.

Trilla mecánica: la trilla mecánica se aplica a cantidades grandes de quinua, puede hacerse en una trilladora de trigo, con adaptaciones al tamaño de este grano, para mejorar la eficiencia del proceso, conservar la calidad del grano, reducir los niveles de granos dañados y/o residuales adheridos a la panoja; genera un 12% más de grano, porque permite separar: quinua de *primera*, con mayor cantidad de grano entero y menos impurezas; quinua de *segunda*, con menor cantidad de grano entero e impurezas como tallos y ramas, y subproductos). La quinua de segunda se somete a una nueva trilla para recuperar algunos granos enteros. El porcentaje total del grano entero de quinua es 85% y 15% de impurezas) (8).

Limpieza en campo: se hace por venteo, que consiste en dejar caer manualmente varias veces la semilla desde cierta altura de un recipiente a otro; las corrientes de aire eliminan las impurezas de densidad menor que la del grano. La duración de esta operación depende de la cantidad de impurezas que presente el grano.

Lavado y secado: etapa necesaria si se desea o requiere desaponificar el grano. Consiste en lavados consecutivos del grano y de remoción de la espuma que lleva las saponinas. El grano lavado debe secarse para evitar ataque de microorganismos, fermentaciones, y germinaciones que desmejoren su calidad; se seca de forma natural, extendiéndolo sobre una superficie horizontal en capas muy finas donde se expone al aire y al

sol, debe moverse frecuentemente para que la humedad final sea uniforme y llegue a un óptimo (alrededor de 12%), proceso que dura en promedio cuatro días.

Embalaje: los granos secos se empacan en sacos y se almacenan para su empleo o procesamiento (limpieza, tostado o molienda).

Proceso industrial: Sus principales operaciones son:

Limpieza en fábrica: el grano lavado y seco se lleva a un tamiz de 2 mm de abertura y seguidamente se ventea para eliminarle el polvo fino adherido, restos de cascarilla y otras impurezas pequeñas no removidas durante la trilla.

Tostado: se hace antes de la molienda, si se va a producir harina de quinua tostada. Consiste en someter el grano a calentamiento controlado.

Molienda: es la trituración del grano para obtener harinas gruesas o finas de acuerdo con el molino y malla que se emplee.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro 7. Listado de materiales e insumos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos y utensilios
Grano de quinua Piartal lavado almacenado	Balanza gramera
Empaques	Criba malla 14
Harina de trigo	Tamices
Agua	Molino de martillos*
	Molino de discos**
	Recipientes
	Selladora
	Horno***
	Cronómetro
	Lata
	Cuchara
	Mesa

Materiales

* Molino de martillos: Con motor de 5.0HP, gira a 3450 r.p.m. y funciona a 220 Vatios, y con una capacidad de 60 kg/ hora. Posee una criba de la malla de 1 mm (Tyler No 14)

** Molino de discos: equipo manual adaptado a un motor de 0.75 HP, funciona a 1725 r.p.m. y a 110 V, y con una capacidad de 93,6 kg/ hora

*** Horno: de cuatro cámaras que funciona a gas, permite fijar la temperatura a 300 °F y controlar el color del grano; el tiempo de tostado se determinó con la fórmula:

CALIDAD DEL GRANO

La empresa no cuenta con elementos apropiados para este fin (sondas), por tanto se procedió a abrir cada saco, tomar una cantidad de grano, hasta completar 2 kg de muestra, de acuerdo con la norma NTC 271 y a hacerle el análisis preliminar (olor, infestación, temperatura) y ésta se empacó para determinarle humedad, impurezas y factores de calidad.

Impurezas en laboratorio: se hizo por cribado y por venteo. Se tamizó la muestra en una criba malla Tyler 14 para remover partículas pequeñas y polvo adherido. Luego, los granos se dejaron caer desde una altura de 1,50 m, y simultáneamente se airearon, para separar las impurezas livianas. La diferencia de peso permitió calcular el porcentaje de impurezas) (13).

Humedad: se determinó con un método empírico, denominado prueba de la sal, así: en un recipiente de vidrio se mezcla una muestra de granos con sal de cocina seca. Se sacude varias veces el recipiente. Se examina si la sal se ha adherido o no a las paredes. En caso afirmativo, ello significa que el contenido de humedad de la muestra de granos es superior al 15%, aproximadamente) (10).

Calidad del grano: se cuantificaron los granos dañados y defectuosos para establecer la calidad del lote a procesar) (13).

Características del producto

Tamaño del grano: se determinó midiendo su diámetro.

Composición química: se determinó la composición proximal del grano)⁵.

Evaluación sensorial: se determinaron: color, olor y apariencia.

HARINA DE QUINUA

Pesaje inicial: se partió de grano de quinua lavado y almacenado.

Limpieza del lote de grano: las impurezas de mayor tamaño (rama, piedras y restos de panojas) se retiraron manualmente, el grano se pasó por un tamiz de malla 1mm, para remover impurezas finas y granos pequeños; el grano limpio se pesó nuevamente para determinar las impurezas ó mermas por limpieza a nivel industrial.

Molienda del grano: se realizó en el molino de martillos.

Pesaje de la harina de quinua: la harina obtenida se pesó para determinar rendimientos.

Empaque: la harina de quinua se empacó en bolsas de polietileno con capacidad de 450 g.

Características del producto

Granulometría: una muestra de 500 g de harina se pasó por un tamiz de malla 1 mm.

Composición química de la harina de quinua: se determinó su composición proximal.

Evaluación sensorial del producto: se evaluaron los parámetros: color, olor y textura.

5 Todos los análisis químicos de este trabajo se desarrollaron en el laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño. Los cálculos teóricos se hicieron con base en composición proximal, de aminoácidos y otros de la literatura.

HARINA DE QUINUA TOSTADA

Pesaje de materias primas: se partió de 2 kg de quinua lavada, almacenada y limpia para obtener harina.

Tostado: el grano limpio se distribuyó sobre latas de aluminio (1000 g aproximadamente por lata) que se colocaron sólo en las dos cámaras inferiores del horno y se llevaron a 300 °F (148.89 °C) por 33 minutos.

Enfriamiento: se retiraron las latas del horno, la quinua se dejó enfriar al ambiente y se pesó.

Segunda limpieza: después del tostado, algunas partículas son fáciles de remover, porque se desintegran cuando se frota el grano; éstas se eliminaron por tamizado. Seguidamente se pesó el grano se para determinar las impurezas o mermas.

Molienda: se empleó el molino de discos. Se controló la alimentación el tiempo de molienda y las mermas por molienda.

Empaque: se realizó en bolsas de polietileno de 450 g que se sellaron con calor.

Características del producto

Granulometría: se tomó una muestra de 500 g de harina de quinua tostada y se pasó por dos tamices de calibres 2 mm y 1 mm.

Composición química de la harina de quinua tostada: la composición teórica se determinó por balance de materiales, con la composición teórica del grano de quinua y el porcentaje de pérdidas por deshidratación durante el tostado. Se determinó en laboratorio su composición proximal.

Evaluación sensorial: se evaluaron: color, sabor, olor y textura.

RESULTADOS

Características del Grano de Quinua

Análisis preliminar. El olor característico no evidenció humedad ni alteración. Un insecto encontrado, un coleóptero, *Acanthoscelides obtectus* (Say), no indica altos niveles de infestación. La temperatura del grano coincidió con la tem-

peratura ambiental, lo cual indica que no hay actividad metabólica que genere ataques de microorganismos y/o de insectos que deterioren del grano. La humedad determinada por el método empírico indicó que es menor del 15%; por tanto, segura para almacenamiento. La muestra presentó polvo adherido al grano y tallos de panojas (residuos originados durante la trilla) que constituyeron un 4,5% de impurezas, valor que puede considerarse alto; según la bibliografía consultada no debe exceder el 3% (12).

El espesor promedio del grano fue de 1 mm; sólo el 0.5 % de granos pasó el tamiz de malla de 2 mm; esto indica alta uniformidad del grano manejado. Según datos teóricos, el rango para el tamaño de quinua de grano medio es 1,8 -2.1 mm de diámetro (12); por lo anterior el grano de quinua de este estudio está en el límite superior del rango para grano medio.

Composición Proximal del Grano de Quinua

En general, los datos teóricos coincidieron con los obtenidos en el laboratorio.

La muestra presentó un 5,75% menos de humedad con relación a la teórica y coincide con el resultado de la prueba empírica. La actividad de agua en estas condiciones pudo favorecer la conservación de la calidad del grano durante el almacenamiento, pues no presentó calentamiento, ni germinó, ni presentó ataque de microorganismos.

Para la proteína, el valor en base húmeda, está dentro del rango, del 11 al 21,3% (25). El valor encontrado en el laboratorio se aproxima al registrado por Tapia, siendo inferior en un 0.21%.

El valor obtenido para la grasa es 88.94% inferior al teórico (1,3 a 4,6%) (2). Esto puede deberse a una particularidad de la variedad Piartal (bajos tenores de grasa) o a factores externos que deben estudiarse. Si el contenido de grasa es bajo, es posible que no cubra completamente el requerimiento de ácidos grasos esenciales (linoleico y alfa – linolénico); sin embargo, puede ser una ventaja que la harina de quinua cruda o tostada no presente alteraciones significativas por oxidación de las grasas; además, esta característica se

presenta como una ventaja potencial para incluirla en dietas bajas en grasa.

La muestra analizada supera en un 105% al valor teórico para fibra. Esto puede ser característico de la variedad. Puede emplearse para dietas de alto contenido de fibra.

Con relación al contenido de cenizas, se obtuvo una diferencia que supera en 32.5% a los datos teóricos. Esto puede ser característico de la variedad, o deberse a otro tipo de factores como la composición de los suelos de la zona donde se cultiva.

Los carbohidratos superaron en un 3.39% al valor teórico y pueden traer como consecuencia un incremento en el contenido de almidón.

Según la FAO/OMS, las necesidades de aminoácidos esenciales por grupo de edad se determinan teniendo en cuenta los requerimientos de proteína/ peso (kg/día). Se recomienda 0.75 g de proteína/kg de peso corporal para los adultos; 0.99 para los niños de 10 a 12 años y 1.10 para los niños de 2 a 5 años de edad.

El **cómputo químico** es de 0,37 ó 37% que corresponde a los aminoácidos azufrados.

HARINA DE QUINUA

El rendimiento del grano en la limpieza fue de 99% y en la molienda de 95,72%; por tanto, la merma por limpieza es de 1% y por molienda 4,28%. El 1% de impurezas se considera bajo y se debe a que a la quinua almacenada se limpió antes de llegar a la planta de procesamiento.

La molienda: arrojó rendimientos entre 94 y 97%, con promedio de 95,72%. Las mermas en este proceso fueron del 4.28% ocasionadas por dispersión del grano en la alimentación y de la harina en la salida del molino.

Características del producto harina de quinua:

Granulometría: se obtuvo una harina uniforme, que pasó completamente la criba 14 serie Tyler (abertura de la malla 1.19 mm). Sin embargo, no se pudo determinar el perfil granulométrico exacto de esta harina porque no se contó con cribas con apertura de malla inferior a 1

mm. No obstante, por su apariencia se asume que esta harina tiene un tamaño de partícula adecuado para su uso en panificación en mezclas con harina de trigo.

Composición química de la harina de quinua: dado que se partió de la misma muestra para caracterizar el grano de quinua, los resultados para la harina son los mismos datos de composición química del grano de quinua presentados en el Cuadro 8.

La harina presenta un color blanco-crema con una tonalidad más clara que el grano.

HARINA DE QUINUA TOSTADA

Se seleccionó un lote de grano de excelente calidad para la elaboración de este producto.

Proceso de Obtención

El 1% de impurezas provenientes de la primera limpieza del grano indica un buen beneficio del grano. El porcentaje de 0.86% en la segunda limpieza indica que estas impurezas son bajas y por lo tanto no se justifica esta operación.

El tostado de los granos fue uniforme, éstos tomaron un color marrón claro, agradable a la vista y el olor se hizo más agradable. La disminución de peso fue del 9.33%; principalmente por deshidratación.

El molino de discos dio mayor rendimiento que el de martillos (97,4%) y las pérdidas fueron bajas (2.6%), al parecer ocasionadas porque en el tornillo sinfin queda grano que no alcanza a llegar a los discos o porque algunas partículas no son conducidas hasta el recipiente donde se recolecta el producto final o caen al suelo; éstas deben reducirse para bajar tanto las pérdidas como los costos del producto.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Granulometría. Este parámetro presentó a simple vista diferencias en la textura del producto según el molino del cual proviniera. La harina de quinua obtenida con el molino de martillos fue más fina y uniforme en com-

paración con la harina de quinua tostada obtenida con el molino de discos que presentó 40% de partículas gruesas (2 mm), 33% de partículas medios (1 mm) y 27% de partículas finas. Este perfil permite su uso en sopas y bebidas. No se aconseja para panificación porque las partículas gruesas no permiten obtener masas uniformes, y afectan la presentación del producto final. Las partículas son, en mayor parte, de color marrón claro; también se observan, en menor

cantidad, tonalidades blancas. El olor y el sabor son agradables; se perciben con mayor fuerza, respecto a la harina de quinua cruda.

Composición química de la harina de quinua tostada. La muestra de harina de quinua tostada presentó el 1,84% de humedad de lo que se deduce que durante el tostado, las pérdidas por deshidratación ascendieron a un rango entre 9,33 y 10,51%.

Cuadro 8. Composición química del grano de quinua.

Componente	Datos teóricos		Datos de laboratorio	
	% Base Humedad	% Base seca	% Base Humedad	% Base seca
Humedad	13,1	0,0	12,35	0,00
Proteína	14,2	16,3	14,17	16,07
Grasa	4,1	4,7	0,46	0,52
Fibra	3,9	4,5	4,92	5,58
Cenizas	2,4	2,8	3,27	3,71
Carbohidratos	62,3	71,7	65,38	74,13

Fuente: Laboratorio de Bromatología. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2003

Cuadro 9. Comparación del contenido de aminoácidos esenciales del grano de quinua con las necesidades de los mismos para diferentes grupos de edad

AA esenciales*	Lactantes *	Preescolares (2-5 años) ¹	Escolares (10-12 años)	Adultos	Quinua
	mg/g proteína				
Isoleucina	46	28	28	13	70,5
Leucina	93	66	44	19	68,3
Lisina	66	58	44	16	74,0
Metionina + Cistina	42	25	22	17	22,0
Fenilalanina + Tirosina	72	63	22	19	52,5
Treonina	43	34	28	9	45,1
Triptófano	17	11	9	5	13,0
Valina	55	35	25	13	34,0
Histidina	26	19	19	16	28,2
Total	460	339	241	127	407,6

*Composición de aminoácidos de la leche humana.

1. Los valores entre paréntesis interpolados de curvas regularizadas sobre necesidades por edad.

Fuente: FAO/OMS/UNU. Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Téc. N° 724. OMS, Ginebra. 1985. (16)

Cuadro 10. Puntaje de la proteína de quinua con relación con los requerimientos de aminoácidos y proteína para diferentes grupos de edad*

Aminoácido	Preescolares	Escolares	Adultos
	g de proteína / kg / día		
Isoleucina	0,40	0,40	0,18
Leucina	0,97	0,64	0,28
Lisina	0,78	0,59	0,22
Metionina + Cistina	1,14	1,00	0,77
Fenilalanina + Tirosina	1,20	0,42	0,36
Treonina	0,75	0,62	0,20
Triptófano	0,85	0,69	0,38
Valina	1,03	0,74	0,38
Histidina	0,67	0,67	0,57
Requerimiento/edad g/kg	1,1	0,99	0,75
Índice de calidad de proteína**	91,67%	99%	97,40%

* Puntaje = (Requerimiento de AA por edad en mg/g proteína)/ mg AA/g proteína de quinua)

** Índice de calidad de la proteína = $\frac{\text{Requerimiento de la proteína por edad}}{\text{Requerimientos del AA más limitante en sujetos de la misma edad}} \times 100$ de la proteína.

Cuadro 11. Determinación de cómputo químico del grano de quinua

Aminoácidos esenciales	Huevo**	Quinua	Razón*
	mg/g proteína		
Isoleucina	59,34	70,60	1,19
Leucina	91,57	68,40	0,75
Lisina	66,86	74,10	1,11
Metionina + Cistina	58,68	22,00	0,37
Fenilalanina + Tirosina	101,57	52,50	0,52
Treonina	47,77	45,20	0,95
Triptófano	15,29	13,10	0,86
Valina	73,31	34,10	0,47
Histidina	28,10	28,30	1,01

* Razón = (Requerimiento de AA del alimento mg/g proteína)/ mg AA/g proteína del huevo)

Fuente: ** FAO. Food composition tables for the near east. Roma, 1982 (15)

Técnicamente, esto puede ser ventajoso porque a menor contenido de humedad en un producto, hay menores posibilidades de proliferación de microorganismos. Sin embargo, debe revisarse si el tratamiento térmico aplicado fue drástico, para garantizar que no se afecte el valor nutritivo del producto.

Por otra parte, la revisión del proceso debe conllevar a ahorros en el gasto energético, dado que se está perdiendo masa y se están incrementando costos.

Después del tratamiento térmico la concentración de la proteína bruta aumenta relativamente en función de la

Cuadro 12. Resumen de mermas y rendimientos durante el proceso de obtención de la harina de quinua tostada

Operación	Promedio de mermas	Rendimientos promedio
Primera limpieza	1,0 %	99,0 %
Tostado	9,33 %	90,67 %
Segunda limpieza	0,86 %	99,14 %
Molienda	2,6 %	97,4 %
Total	13,32%	86,68 %

disminución de la cantidad de agua; sin embargo, teóricamente, el valor biológico de la proteína puede disminuir porque durante el tostado, los granos de la quinua adquieren una coloración marrón que es producto de la reacción de **Maillard**, allí los grupos épsilon-amino de los restos de lisina, en presencia de glucosa, conducen a la formación de épsilon-N-desoxi-fructosil-1- lisina ligada a las proteínas. La lisina en esta forma no es biológicamente útil. Además, el calentamiento de las proteínas desarrolla aromas típicos en los que los aminoácidos participan como precursores. Investigaciones han demostrado que los aromas característicos aparecen también con la reacción de **Maillard** y que son compuestos derivados especialmente de cisteína, metionina, ornitina y prolina (2). Se deben precisar los perfiles de aminoácidos de esta variedad, para determinar con precisión el valor nutricional del grano y de los diferentes productos obtenidos.

Para los demás nutrientes se pudo ver un aumento lógico en su concentración, en proporción inversa a la pérdida de agua.

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis bromatológico del grano de quinua indican que la proteína, la fibra, la ceniza y los carbohidratos de la variedad Piartal superen los referentes teóricos, mientras que la grasa es notablemente inferior.
- Los análisis de calidad indican que los tratamientos de cosecha, postcosecha y almacenamiento aunque artesanales, permiten obtener un producto de excelente calidad.
- La granulometría de la harina obtenida con el molino de martillos es más fina y más apropiada para panificación; la proveniente del molino de discos es más gruesa y se puede emplear para sopas, galletería y coladas.
- La evaluación sensorial de la harina de quinua tostada no es el resultado de panelistas entrenado; sin embargo, permitió apreciar que el tratamiento

Cuadro 13. Composición química de la harina de quinua tostada

Componente	Teórico		Laboratorio	
	% Base Húmeda	% Base seca	% Base Húmeda	% Base seca
Humedad	4,2	0,0	1,84	0,00
Proteína	15,7	16,3	15,92	16,22
Grasa	4,5	4,7	1,46	1,49
Fibra	4,3	4,5	6,75	6,88
Cenizas	2,6	2,8	4,03	4,11
Carbohidratos	68,7	71,7	70,00	71,31

Fuente: Laboratorio de Bromatología. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2003

- térmico favorece al mejoramiento de este producto en cuanto a color, aroma, sabor y textura.
- Los cálculos teóricos con base en el perfil de aminoácidos permiten afirmar que la harina de quinua y la harina de quinua tostada presentan una buena calidad proteica y nutricional. La determinación final del valor nutricional de estos productos debe basarse en resultados de bioensayos.
 - El grano de quinua presenta en menores proporciones los aminoácidos aromáticos metionina y cistina con un cómputo químico de 37%.
 - En la revisión bibliográfica sobre quinua se encuentran pocos artículos que hagan referencia al desarrollo de nuevos productos y a sus características sensoriales y funcionales.

REFERENCIAS

- (1) ARIAS, Ciro. Manual de manejo postcosecha de granos a nivel rural. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1993.
- (2) AYALA, Guido et al. Valor nutritivo y usos de la quinua. En: Quinua. Cultivos andinos versión 1.1. FAO. Santiago de Chile. 2001.
- (3) BACIGALUPO, A. y TAPIA, M. Agroindustria. En: Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Santiago de Chile. 1990.
- (4) BADUI, Salvador. Química de los alimentos. México: Alhambra, 1986.
- (5) CENTRO DE INVESTIGACIONES, EDUCACIÓN Y DESARROLLO. Quinua (*Chenopodium quinua* Willdenow). Lima. 2000 Disponible en Internet: URL: www.agualtiplano.net/cultivos/quinua.htm
- (6) CERON RAMIREZ, Luis Edmundo. Cultivo de quinua. Boletín 01. Pasto. Universidad de Nariño y Ministerio de Agricultura PRONATTA. 2000.
- (7) CERON RAMIREZ, Luis Edmundo. Investigación aplicada sobre quinua en el departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ministerio de Agricultura. PRONATTA. Pasto. 2001
- (8) CERON RAMÍREZ, Edmundo. La quinua. Un cultivo para el desarrollo de la zona andina. Boletín 01. Pasto. Universidad de Nariño y Ministerio de Agricultura PRONATTA. 2002.
- (9) CERON RAMIREZ, Luis Edmundo. Utilización de la Quinua en la Alimentación Humana. Pasto. Universidad de Nariño y PRONATTA, 1999.
- (10) DE LUCIA, M y ASSENNATO, D. La ingeniería en el desarrollo, manejo y tratamiento de granos postcosecha. Santiago de Chile. 1993.
- (11) DERPIC, E. Proceso combinado para desaponificación de quinua. En: SEXTO CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS. Memorias. INIAP. Quito 1988.
- (12) EARLE, R. L. Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza: Acribia, 1979.
- (13) ERPE, INIAP, IICA, GTZ. Postcosecha. En: Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador. Quito. 2001. Disponible en Internet: URL: www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/PRODUCTOS/MANUALES/manual_quinua.htm
- (14) ERPE, INIAP, IICA, GTZ. Taxonomía y morfología de la planta. En: Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador. Quito. 2001. Disponible en internet: URL: www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/PRODUCTOS/MANUALES/manual_quinua.htm
- (15) FAO. Food composition tables for the near east. Roma. 1982.
- (16) FAO/OMS/UNU. Necesidades de energía y de proteínas. Serie Inf. Técn. Nº 724. OMS Ginebra. 1985.
- (17) FAO, Tabla de composición de alimentos de América Latina. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Disponible en Internet: URL: www.rlc.fao.org/bases/alimentos/busca.asp
- (18) HENRIQUEZ, Max. Manejo Postcosecha de cereales y leguminosas de grano. Bogotá. Convenio FENALCE, SENA y SAC. 1997.
- (19) INCAP. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. 1975.
- (20) INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Granos y Cereales. Bogotá. ICONTEC, 1975. (NTC 271).
- (21) KENT, N. Tecnología de los cereales. Zaragoza: Acribia, 1987
- (22) LARA, N y NIETO, C. Adaptación de un prototipo de peladora de sorgo a la escarificación de quinua. En: SEMINARIO TALLER SOBRE INVESTIGACIÓN EN PRODUCCIÓN DE QUINUA EN ECUADOR. INIAP. CIID. Quito. 1990.
- (23) LARRIAGA, Idelfonso *et al.* Control e higiene de los alimentos. Barcelona: Mc Graw Hill, 1999.
- (24) MEYHUAY, Magno. Quinua. Post-harvest Operations. Chapter XI. FAO. Roma. 1999.

- (25) MINISTERIO DE SALUD. Resolución 04547 de 1998.
- (26) MINISTERIO DE SALUD. Decreto 612 de 2000.
- (27) NIETO, Carlos y VALDIVIA, Roberto. Postcosecha, transformación y agroindustria. En: Quinoa, ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. Santiago de Chile. 201.
- (28) REPO CARRASCO, R. Cultivos andinos y la alimentación infantil. Serie Investigaciones N° 1. Comisión de Coordinación de tecnología Andina, CCTA. Lima. 1992.
- (29) TAPIA, M. Agronomía de los cultivos andinos. En: Cultivos andinos subexplotados. FAO. Santiago de Chile. 2001.
- (30) TAPIA, M et al. Quinoa y Kañiwa, Cultivos Andinos. CIID, Oficina Regional para la América Latina. Bogotá. 1979
- (31) TAPIA, Mario et al. Valor nutritivo y patrones de consumo. En: Cultivos andinos subexplotados. Disponible en Internet: URL: www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro_10/home10.htm
- (32) TORRES, H. y MINAYA, I. Escarificadora de quinua diseño y construcción. Instituto Americano de Ciencias Agrícolas. Lima. 1980
- (33) VELEZ, Ricardo y ROMERO Socorro. Estudio químico de la Quinoa y factibilidades geográficas para su producción en el Departamento del Cauca. Popayán, 1994. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de Educación. Departamento de Biología