

POTENCIAL NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa w*) VARIEDAD PIARTAL EN LOS ANDES COLOMBIANOS SEGUNDA PARTE

NUTRITIONAL POTENCIAL OF QUINUA FLOUR (*Chenopodium quinoa W*) PIARTAL VARIETY IN COLOMBIAN ANDES PART TWO

SANDRA ROMO¹, AURA ROSERO², CLARA FORERO³,
EDMUNDO CERON RAMIREZ⁴, DEYA AMPARO PEREZ⁵

PALABRAS CLAVE:

Quinua, avena, nutrición

KEYWORDS:

Quinua, oat, nutrition

RESUMEN

Ésta es la segunda entrega de un estudio exploratorio sobre la quinua variedad Piartal, cultivada en el sur del departamento de Nariño, presenta información sobre características físicas y propiedades nutricionales de un producto resultante de la mezcla de hojuelas de avena y harina de quinua tostada [1]. En el aspecto físico el perfil granulométrico determinó fracciones fina (31%), media (25%), gruesa (19%) y muy gruesa (25%). El producto obtenido posee un 5,25% de humedad, 13,69% de proteína, 3,23% de grasas, 6,43% de fibra, 2,12% de cenizas y 71,96% de carbohidratos, parámetros cuantificados con métodos de la AOAC. El valor nutricional se determinó químicamente con base en tres elementos: la proteína de la mezcla; el perfil teórico de aminoácidos, calculado con datos de la FAO/OMS/ONU, y el cálculo de cómputo químico. El cómputo químico permite afirmar que la mezcla sobrepasa las cantidades de ingesta de aminoácidos esenciales entre 14% y 37%, por tanto los requerimientos para preescolares, escolares y adultos se satisfacen con un consumo de 0,96, 0,99 y 0,61 g de proteína de la mezcla/kg peso corporal/día, para cada grupo de edad, respectivamente. El producto se observó estable durante los seis meses de esta investigación, lo cual puede atribuirse, entre otros factores, a los bajos contenidos de agua y de grasa. Estos resultados son relevantes en la medida que se abre la posibilidad de obtener mezclas de alto valor nutricional a partir de proteínas no convencionales. En una próxima etapa es conveniente estandarizar la aplicación de la mezcla en sopas o coladas y mediante pruebas afectivas hacer el análisis sensorial del producto por un panel entrenado.

Recibido para evaluación: Marzo 1 de 2007. Aprobado para publicación: Mayo 14 de 2007

1 Ingeniera Agroindustrial, Universidad del Cauca

2 Ingeniera Agroindustrial, Universidad del Cauca

3 Ingeniera Agrónoma, M. Sc. Ciencia de los Alimentos, Universidad del Cauca,

4 Docente Universidad de Nariño

5 Ingeniera Agroindustrial, Universidad del Cauca

ABSTRACT

This is the second delivery of an exploratory study on quinoa Piartal variety, cultivated in the south of the department of Nariño, it presents information on physical and sensorial characteristics, and nutritional properties of a resulting product of the mixture of oat flakes and flour of toasted quinoa [1]. In the physical aspect the grain sized profile determined fractions: fine (31%), average (25%), thickness (19%) and very thickness (25%). The obtained product has a 5.25% of humidity, 13.69% of protein, 3.23% of fats, 6.43% of fiber, 2.12% of ashes and 71.96% of carbohydrates, quantified parameters with methods of the AOAC. The nutritional value was determined chemically with base in three elements: the protein of the mixture; the theoretical profile of amino acids, calculated with data of the FAO/OMS/ONU, and the calculation of chemical score. The chemical score allows to affirm that the mixture exceeds the amounts of ingestion of essential amino acids between 14% and 37%, therefore the requirements for children, students and adults satisfy themselves with a consumption of 0.96, 0.99 and 0.61 protein g of mix/kg corporal weight/day, respectively. The product was observed stable during the six months of this investigation, which is attributed to the low fat and water contents. These results are excellent in the measurement that opens the possibility of obtaining mixtures of high nutritional value from nonconventional proteins. In a next stage he is advisable to standardize the application of the mixture in soups or pottages and by means of affective tests to make the sensorial analysis of the product by a trained panel.

INTRODUCCIÓN

Existe abundante información sobre aspectos generales, cultivo, poscosecha, bromatología, valor nutricional y de la industrialización de este grano con fines alimentarios y farmacéuticos; en esta oportunidad se relacionan aspectos bromatológicos y nutricionales de una mezcla de harina integral de quinua dulce, con granos laminados de avena, por considerarse que estos dos componentes pueden presentar una buena complementación nutricional y funcional, particularmente en lo relativo a su proteína y perfil de aminoácidos. Este estudio se inicia considerando la quinua como un recurso nativo potencial de los países andinos para emplearlo como una proteína no convencional en alimentos de alto valor nutricional, que además presenta ventajas por el tipo de azúcares que la componen. De manera análoga se describen las principales características de composición y perfil de aminoácidos del grano de avena. Seguidamente se trabaja con una mezcla de hojuelas de avena y harina de quinua tostada en proporción 1:1, para estudiar en ella el valor nutricional con base en su composición proximal y perfil de aminoácidos esenciales y explorar la posibilidad de su empleo en la alimentación en personas de diferentes edades. También se determina el perfil granulométrico de la mezcla y se hace una evaluación preliminar, no formal, de color, olor, sabor y textura de la mezcla.

Quinua, recurso potencial. Los países en desarrollo no producen suficientes alimentos para suplir las necesidades nutricionales diarias de sus poblaciones; sin embar-

go, cultivan en pocas cantidades plantas nativas, que aunque no suficientemente industrializadas aportan nutrientes potenciales para la comunidad [2]. Es entonces necesario buscar nuevas formas de aprovechar los recursos locales que alternativamente puedan ser explotados. La quinua es uno de estos recursos, que además crece en zonas altas y áridas y se registra como uno de los pocos cultivos que crecen en los altiplanos salinos del sur de Bolivia y norte de Chile [3], y también en zonas altas de Perú Ecuador y sur de Colombia, constituyéndose en un grano autóctono de importancia en las zonas más altas de los Andes suramericanos.

ANTECEDENTES

Composición química y valor nutricional. Con respecto a su valor nutricional, comparado con el arroz blanco, el grano de quinua tiene aproximadamente el doble de proteína, seis veces la cantidad de fibra dietaria y calcio, y cerca de seis veces el valor de sodio y potasio, el alto contenido de fibra dietaria de 9.6% +/- 0.1, tiene importancia relacionada con su indigestibilidad en el intestino delgado [4], y la absorción de agua que aumenta el volumen de la masa fecal.

La maltosa, disacárido encontrado como principal azúcar en la quinua integral, posibilita el proceso de malteado para la elaboración de productos especiales (bebidas y productos que involucran procesos fermentativos).

El Cuadro 1 ilustra que la maltosa tiene una concentración cinco veces mayor y la D-xylosa y cuatro veces mayor que la glucosa y la fructosa. Estos azúcares proveen respuestas glicémicas variables especialmente relacionadas con el mínimo índice glicémico de la fructosa [5].

En la diabetes que se presenta en adultos, los alimentos como la quinua, de bajo índice glicémico, favorecen el control metabólico. Estos alimentos generan prolongada saciedad, baja presión sanguínea, bajas lipoproteínas de baja densidad (LDL) y bajos niveles de colesterol correlacionados con respuestas menos pronunciadas a niveles de insulina [4].

La proteína de la quinua es de 13,6 +/-0,2 y su mínima solubilidad se encuentra a pH 5. La marcada solubilidad de la proteína a pH ácido indica su uso apropiado en bebidas gaseosas [4, 5].

Los valores para el aceite de la quinua son: acidez 0,5%, índice de yodo 54%, peróxidos 2,44% y saponificación 192% [6].

Esta composición nutricional hizo atractivo el comercio en países asiáticos, que iniciaron la comercialización de quinua orgánica para complementar productos de panificación [7]. Además, puede ser usada en mezclas con arroz o trigo.

Avena, valor nutricional. Es uno de los cereales más importantes y completos en la alimentación, es rica en proteínas de alto valor biológico, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y oligoelementos en concentraciones óptimas, para una dieta sana. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base de la alimentación de pueblos como el escocés, el irlandés y algunos de las montañas asiáticas [8].

Se emplean fundamentalmente sus granos secos. Esto son ricos en almidón y grasas como fuentes de energía. Son además, una notable fuente de proteína, vitaminas del complejo B, particularmente de B1 (tiamina, de importancia en

Cuadro 1. Contenido de azúcares de la quinua

Componente	mg/100 g
Glucosa	19,0
Fructosa	19,6
Maltosa	101,0
D-Xilosa	120,0

Fuente: Ogungbenle, 2003 [6]

el sistema nervioso) y minerales como fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro. Se calcula que cada 100 g aportan 335 calorías, 12 g de proteínas, 60 g de carbohidratos, 6 g de fibra, 7,1 g de grasa, 79,6 mg de calcio, 5,8 mg de hierro y 0,52 mg de tiamina [9, 10]. (Cuadro 2).

Proteínas. Con relación a la calidad de su proteína, la avena contiene seis de los ocho aminoácidos necesarios para la síntesis correcta de proteínas, es deficiente en lisina y treonina; sin embargo se considera que su aporte de metionina es importante, por tanto su mezcla con leguminosas como la soya, normalmente baja en metionina, o con leche, deficiente en aminoácidos azufrados, permite mejorar el perfil de aminoácidos de la mezcla obtenida, aproximándola a la ideal para el organismo mediante la obtención de proteínas completas con valor nutricional semejante a proteínas animales como las de la carne, el pescado y los huevos. Esta misma condición es la que se persigue al hacer la mezcla con quinua, que es una buena fuente de isoleucina, lisina y triptófano (Cuadro 3). [13, 14].

Grasas. La avena es el cereal con mayor porcentaje de grasa, la cual contiene 65 % de ácidos grasos insaturados y el 35% de ácido linoleico (omega 6). Cien gramos de copos de avena cubren un tercio de las necesidades diarias de ácidos grasos esenciales en un adulto. Otros componentes son el avenasteril, un fitosterol cuya función es disminuir la absorción de éste en el intestino, y la lecitina, un fosfolípido indispensable para el funciona-

Cuadro 2. Composición química de avena y quinua

Componente	Avena %*	Quinua**
Carbohidratos	58,2	62,3
Agua	13,3	13,1
Fibra	10,3	3,9
Proteínas	10,0	14,2
Materia grasa	4,8	4,1
Minerales	3,1	2,4
Mineral	mg/100 g	
Sodio	5	12,2
Potasio	400	926,7
Calcio	70	148,7
Fósforo	430	383,7
Magnesio	140	246,9
Hierro	4	13,2
Cobre	0,47	5,1
Zinc	4	4,4

* INFOAGRO.COM, 2006. Composición química del grano de quinua. [8]

** TAPIA, M *et al.* Quinua y Kañiwa. Cultivos andinos. CIID, Oficina Regional para América Latina. Bogotá. 1979 [11]

* ERPE, INIAP, IICA, GTZ [12]

Cuadro 3. Aminoácidos esenciales de la quinua y la avena

	Quinua*	Avena**	Leche	Patrón FAO
	mg/g proteína			
Isoleucina	70,5	39,00	100	40
Leucina	68,3	76,00	65	70
Lisina	74,0	45,00	79	55
Metionina	22,0	22,00	25	35
Fenilalanina	40,0	52,00	14	60
Tirosina	12,5	30,00		
Treonina	45,1	34,00	47	40
Triptófano	13,0	33,00	14	10
Valina	34,0	55,00	70	50
Histidina	28,2	24,00	27	30
Cistina	0	21,00		
Arginina			37	50

Fuente: *TAPIA, M et al. [10]

** BADUI, Salvador. Química de los alimentos. México D.F. Alambra. 1986 [15]

* ERPE, INIAP, IICA, GTZ. [12]

MEYHUAY, Magno, Quinoa postharvest operations. Capítulo IX, FAO, Roma, 1999 [16]

miento del sistema nervioso y que además reduce los contenidos de colesterol sanguíneo.

Carbohidratos. Dentro de estas sustancias el componente mayoritario de la avena es el almidón, su absorción lenta y fácil asimilación proporciona energía durante largos periodos después de haber sido absorbidos por el aparato digestivo, y evita la sensación de fatiga y desaliento que experimenta el cuerpo cuando reclama glucosa de nuevo (hipoglucemia) y de esta forma evita una elevación súbita de la concentración de glucosa sanguínea. Las bajas cantidades de fructosa pueden ser significantes en el metabolismo de insulinodependientes. La fibra no aporta nutrientes; está compuesta de mucílagos y el salvado, sustancias parcialmente solubles que no se absorben en el intestino y que resultan de una extraordinaria importancia para la buena digestión; el primero, dentro de su funcionalidad lubrica y suaviza el tránsito en el tracto digestivo; el segundo, es de textura muy suave al paladar y apenas se percibe cuando se consume, es un laxante suave que además tiene un efecto similar al del avenasterol como reductor del colesterol sanguíneo [13, 14].

Otros componentes. Es conveniente mencionar la avenina, un alcaloide de efecto sedante para el sistema nervioso.

Consumo. Normalmente los granos se laminan para obtener copos u hojuelas que son componentes importantes para sopas, papillas, verduras o ensaladas o combinados con yogur. Las hojuelas remojadas en agua durante la noche, se hierven con agua, se les agrega leche y un edulcorante y se emplean como tetero para niños. También puede diluirse, colarse y tomarse como bebida fría o acompañante de algunas comidas. Puede agregarse a frutas como banano o manzana, frescos o deshidratados y nueces para el desayuno de niños, jóvenes y adultos.

Los granos también se usan con fines medicinales, como diurético, contra las dispepsias y en dietas para determinados tipos de diabéticos. Se usa en homeopatía para tratar artritis, reumatismos, afecciones hepáticas, dolores de pecho, estimulante del apetito, contra la fatiga nerviosa, insomnio y enfermedades cutáneas [13].

MÉTODO

OBTENCIÓN DEL PRODUCTO

El proceso de obtención de la mezcla quinua avena involucra dos etapas: la obtención de harina de quinua tostada⁶ y su mezcla con hojuelas de avena⁷. (Figura 1).

En el Cuadro 4 se presenta una relación de los principales elementos empleados en esta investigación.

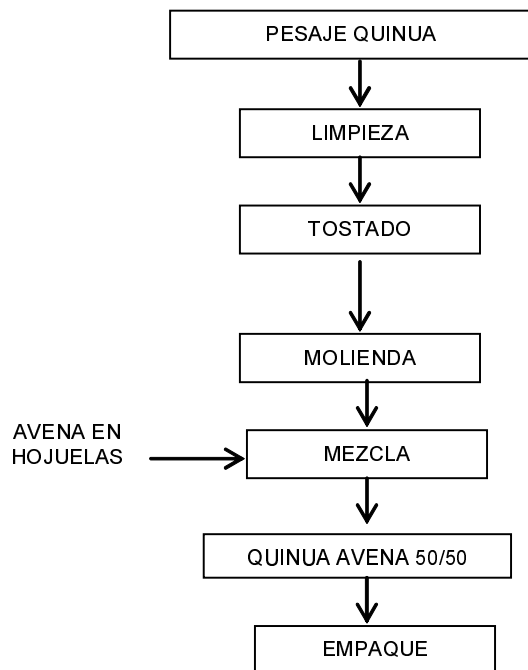
Pesaje: se pesaron cantidades iguales tanto de harina de quinua tostada como de hojuelas de avena.

Mezcla: las dos materias primas se colocaron en un recipiente y se mezclaron manualmente, hasta obtener una apariencia homogénea.

Empaque: la mezcla se empacó en bolsas de polietileno, en presentación de 450 gramos que se sellaron por calor.

6 La granulometría de la harina es apropiada para panificación y se puede emplear para sopas, galletería y coladas
7 Producto comercial adquirido en el mercado local

Figura 1. Esquema de elaboración de Quinoa Avena



Fuente: Romo et al., 2006. [1]

Cuadro 4. Listado de materiales e insumos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos y utensilios
Harina de quinua tostada	Balanza gramera
Hojuelas de avena	Criba malla 14
Empaques	Tamices
	Molino de discos**
	Recipientes
	Selladora
	Horno***
	Cronómetro
	Lata
	Cuchara
	Mesa

** 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 industrial de cuatro cámaras que funciona a gas, permite temperatura constante a 300 °F equivalente a 148,8 °C, y controlar el color del grano; el tiempo de tostado fue de 33 minutos por kilogramo.

CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

Granulometría. Para determinarla se tomó una muestra de 500 g de la mezcla y se pasó por tres tamices de calibres 5, 2 y 1 mm respectivamente.

Composición química teórica: se hizo mediante balance de materiales, tomando como datos la composición teórica de la harina de quinua tostada y de la avena.

Composición química en el laboratorio: se obtuvieron los datos de composición proximal con métodos de la AOAC (humedad: 10.102, proteína: 14.026, grasa: 10.142 fibra: 10.145, cenizas: 10.144) y carbohidratos: por diferencia según los análisis realizados por el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

Contenido de aminoácidos: para calcular el contenido de aminoácidos en el producto quinua avena, se partió de la información (mg/g) suministrada por Tapia y Baudi [11, 15]. Con base en la proteína de la mezcla según datos de laboratorio se hicieron los cálculos de aminoácidos expresados como mg de AA/g de alimento y como mg de AA/g de proteína. El puntaje se determinó como la relación entre requerimiento de AA por edad expresado en mg/g de proteína y el valor en mg AA/g de proteína de la mezcla. El índice de calidad de la proteína se expresa como la razón entre el requerimiento de la proteína por edad x 100 y el requerimiento del AA más limitante en sujetos de la misma edad.

Evaluación sensorial: se evaluaron no formalmente y de manera preliminar color, olor y textura de la mezcla.

RESULTADOS

Harina de quinua tostada. El perfil granulométrico de la harina de quinua tostada obtenida posee 40% de partículas gruesas (2 mm), 33% de partículas medios (1 mm) y 27% de partículas finas. Su composición se presenta a continuación: (Cuadro 5)

Mezcla quinua avena. El Cuadro 6 presenta la composición química de los componentes de la mezcla quinua avena tanto en base húmeda como en base seca y el Cuadro 7 la composición teórica del producto (obtenida por balances de materia) y los resultados de laboratorio, los cuales guardan entre sí bastante aproximación.

Cuadro 5. Composición química de la harina de quinua tostada

	Componente teórico		Laboratorio	
	% B H	% B S	% B H	% B S
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

B H = Base Húmeda, B S = Base Seca

Cuadro 6. Composición química teórica de los componentes de Quinua Avena

Componente	Harina de quinua tostada		Hojuelas de avena ⁸	
	% B H	% B S	% B H	% B S
Humedad	4,2	0,0	7,5	0,0
Proteína	15,7	16,3	11,5	12,43
Grasa	4,5	4,7	5,0	5,41
Fibra	4,3	4,5	7,8	8,43
Cenizas	2,6	2,8	1,4	1,51
Carbohidratos	68,7	71,7	66,8	72,22

Cuadro 7. Composición química de quinua avena

Componente	Datos teóricos		Datos laboratorio	
	% B H	% B S	% B H	% B S
Humedad	5,85	0,00	6,25	0,00
Proteína	13,6	14,45	13,69	14,38
Grasa	4,75	5,05	3,23	3,39
Fibra	6,05	6,43	5,59	7,63
Cenizas	2,00	2,12	2,72	2,85
Carbohidratos	67,75	71,96	68,4	71,75

• **Humedad:** el producto posee un bajo contenido de humedad (6,25%), lo que inhibe el desarrollo de microorganismos y permite una buena conservación del producto.

• **Proteínas:** el contenido de proteínas de quinua avena (13,69%) es menor que el de la quinua sola, debido a que la avena contiene menos cantidad de este nutriente que la quinua.

• **Grasa:** su contenido en la mezcla (3,23%) aumenta de forma directamente proporcional a la cantidad de avena ya que la avena es uno de los cereales con mayor porcentaje de grasas. Aquí se puede observar que existe

una complementación entre estos dos tipos de alimentos, por el bajo contenido de grasa de la quinua.

• **Cenizas:** la quinua tiene mayor contenido de minerales que la avena, especialmente potasio, magnesio, fósforo, calcio, cloro y azufre. Por ello, en este aspecto, existe complementación entre estos dos alimentos para obtener el 2,72%.

• **Carbohidratos:** tanto la quinua, como la avena poseen cantidades similares de carbohidratos, lo que hace que el valor de la mezcla (68,4%) se asemeje a los de los ingredientes es solos. Esto hace también, que la mezcla resultante sea también una buena fuente de energía.

Aspecto del producto. Los granos de la quinua adquieren una coloración marrón que es producto de la reacción de Maillard, es posible que los grupos épsilon-amino de los restos de lisina, en presencia de glucosa, conduzcan 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. Se recomienda determinar los perfiles de aminoácidos de esta variedad, para determinar con precisión el valor nutricional del grano y de los diferentes productos obtenidos [3].

Evaluación sensorial. La evaluación sensorial de la harina de quinua tostada no es el resultado de panelistas entrenados; sin embargo, permitió apreciar preliminarmente que el tratamiento térmico favorece este producto en cuanto a color, aroma, sabor y textura.

Granulometría. El producto consiste en una mezcla heterogénea de partículas de distinto tamaño que se relacionan en el Cuadro 8. Las partículas muy gruesas (25%) y gruesas (19%), corresponden a las hojuelas de avena; el 25% constituido por las partículas de mediano tamaño, son una mezcla de pequeños fragmentos de hojuelas de avena y granos enteros ó partidos de quinua; por último, las partículas finas (31%), forman la mayor parte del producto, y son principalmente, partículas de

8 Marca comercial de avena (Toning)

Cuadro 8. Granulometría de la Quinua Avena

Calibre malla	Peso	Porcentaje
Muy gruesos (5 mm)	125 g	25 %
Gruesos (2 mm)	95 g	19%
Medios(1 mm)	125 g	25%
Finos (fondo)	155	31 %
Total	500	100 %

harina de quinua tostada y tienden a depositarse en el fondo del empaque.

Contenido de aminoácidos. Según el Cuadro 9, la proteína de quinua por su alto contenido de lisina, comparado con los cereales, permite una excelente complementación con relación a sus aminoácidos. La mezcla quinua avena aporta las suficientes cantidades para satisfacer los requerimientos de nitrógeno de un individuo y al mismo tiempo para cada uno de los aminoácidos esenciales.

El Cuadro 10 permite una comparación de los aminoácidos que suministra la mezcla quinua avena y los requerimientos por grupos de edad y evidencia las ventajas de ésta para preescolares, escolares y adultos.

El Cuadro 11, muestra valores de la mezcla que sobrepasan las cantidades recomendadas de ingesta de los aminoácidos esenciales, del 14% al 37% dependiendo del grupo de edad. Cuadro 11. Puntaje de la proteína de Quinua Avena con relación con los requerimientos de aminoácidos y proteína para diferentes grupos de edad*

Para los preescolares, la cantidad de proteína recomendada es de 1,1 g de proteína /kg de peso corporal/día; con el producto quinua avena bastaría ingerir 0,96 g de proteína/kg de peso corporal/día para cubrir todas las necesidades satisfactoriamente. Los escolares deberían consumir 0,99 g de proteína/kg g de proteína /kg de peso corporal/día y con quinua avenasolo sería necesario consumir 0,72. Para los adultos sería suficiente consumir de quinua avena 0,61 g de proteína /kg de peso corporal/día, cantidad inferior a la recomendada por la FAO y la OMS (0,75 g de proteína /kg de peso corporal/día) [17, 18].

Según el cuadro 12, de acuerdo con la calidad de las proteínas determinada por el aminoácido esencial de menor cantidad con relación a una proteína estándar (huevo), la mezcla quinua avena presenta un cómputo químico de 54% para los aminoácidos azufrados (metionina y cistina), es decir que éstos son los que se encuentran en menor proporción en la proteína de la mezcla.

Evaluación sensorial de quinua avena. Según el análisis preliminar que se presenta en el Cuadro 13, no realizado por un panel entrenado sino por empleados consumidores de quinua de la fábrica donde se hizo el ensayo, el producto brinda propiedades organolépticas adecuadas cuando es utilizado en preparaciones culinarias (sopas, bebidas frías y calientes, entre otros).

En observaciones preliminares realizadas por la empresa se determinó que la vida útil del producto oscila entre los seis y ocho meses.

Cuadro 9. Cálculo del contenido de aminoácidos esenciales en el producto Quinua Avena (13,69% de proteína) expresados en mg/1 g de proteína.

Aminoácido	mg. AA / 1 g de alimento		mg AA / 1 g alimento	mg AA / 1 g proteína *
	Quinua	Avena	Quinua Avena	Quinua avena
Isoleucina *	10,01	4,49	7,25	52,95
Leucina	9,70	8,74	9,22	67,35
Lisina	10,51	5,18	7,84	57,27
Metionina	3,12	2,53	2,83	20,67
Fenilalanina	5,68	5,98	5,83	42,59
Tirosina	1,78	3,45	2,61	19,06
Treonina	6,40	3,91	5,16	37,69
Triptófano	1,85	3,80	2,82	20,60
Valina	4,83	6,33	5,58	40,76
Histidina	4,00	2,76	3,38	24,69
Cistina	0,00	2,42	1,21	8,84

Cuadro 10. Comparación del contenido de aminoácidos esenciales del producto Quinoa avena con las necesidades de los mismos para diferentes grupos de edad

AA esenciales	Lactantes *	Preescolares (2-5 años)	Escolares (10-12 años)	Adultos	Quinoa Avena
	mg/g proteína				
Isoleucina	46	28	28	13	56,40
Leucina	93	66	44	19	71,75
Lisina	66	58	44	16	61,02
Metionina + Cistina	42	25	22	17	31,40
Fenilalanina + Tirosina	72	63	22	19	65,70
Treonina	43	34	28	9	40,13
Triptófano	17	11	9	5	21,95
Valina	55	35	25	13	43,40
Histidina	26	19	19	16	26,32
Total	460	339	241	127	418,07

* Composición de aminoácidos de la leche humana.
(*) Los valores entre paréntesis interpolados de curvas regularizadas sobre necesidades por edad.
Fuente: FAO/OMS/ONU. Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Téc. N°724. OMS, Ginebra. 1985. [17]

Cuadro 11. Puntaje de la proteína de Quinoa Avena con relación con los requerimientos de aminoácidos y proteína para diferentes grupos de edad*

Aminoácido	Preescolares	Escolares	Adultos
	g de proteína / kg / día		
Isoleucina	0,50	0,50	0,23
Leucina	0,92	0,61	0,26
Lisina	0,95	0,72	0,26
Metionina + Cistina	0,80	0,70	0,54
Fenilalanina + Tirosina	0,96	0,33	0,29
Treonina	0,85	0,70	0,22
Triptófano	0,50	0,41	0,23
Valina	0,81	0,58	0,30
Histidina	0,72	0,72	0,61
Requerimiento/edad g/kg	1,1	0,99	0,75
Índice de calidad de proteína**	114,70%	137,12%	123,36%

* Puntaje = (Requerimiento de AA por edad en mg/g proteína) / (mg AA / g proteína de quinoa avena)
** Índice de calidad = $\frac{\text{Requerimiento de la proteína por edad}}{\text{Requerimientos del AA más limitante en sujetos de la misma edad}} \times 100$ de la proteína

Cuadro 12. Determinación de cómputo químico de la mezcla quinoa avena.

Aminoácidos esenciales	HUEVO	QUINUA AVENA	RAZÓN*
	mg/g proteína		
Isoleucina	59,34	56,40	0,95
Leucina	91,57	71,75	0,78
Lisina	66,86	61,02	0,91
Metionina + Cistina	58,68	31,40	0,54
Fenilalanina + Tirosina	101,57	65,70	0,65
Treonina	47,77	40,13	0,84
Triptófano	15,29	21,95	1,44
Valina	73,31	43,40	0,59
Histidina	28,10	26,32	0,94

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 [19]
El cómputo químico es de 0,54 ó 54% que corresponde los aminoácidos metionina y cistina.

Cuadro 13. Evaluación organoléptica preliminar del producto quinua avena

Color	Olor y sabor	Textura
Predomina el color marrón claro. Algunas veces se encuentran tonalidades amarillas (avena) y blancas (quinua)	Conserva en parte el olor y sabor de la harina de quinua tostada. También predomina el olor y sabor a avena.	Heterogénea. Puede notarse la presencia de partículas de gran tamaño (hojuelas) como también, partículas pequeñas (harina)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este ensayo son satisfactorios desde diferentes aspectos, el más importante es que el valor nutricional de la mezcla indica que puede ser utilizado para preescolares, escolares y adultos, como un alimento de buena calidad proteica; mas no lo es para lactantes. Si bien en la mezcla se disminuye la proteína de la quinua su calidad es buena, siendo metionina y cistina limitantes. La complementación de aminoácidos en el producto satisface los requerimientos de grupos de diferente edad ofreciendo por gramo de alimento un perfil de aminoácidos que permite considerarlo de adecuada calidad nutricional, de acuerdo con el patrón FAO/OMS/ONU.

El producto obtenido permite una fácil conservación dada su granulometría y la baja humedad tanto de los componentes como de la mezcla.

Para complementar esta investigación es conveniente proseguir con los estudios biológicos que permitan establecer la digestibilidad y asimilación de los nutrientes del producto, estandarizar productos derivados de la mezcla y evaluarlos con un panel entrenado.

REFERENCIAS

- [1] ROMO, Sandra et al. Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Piartal en Los andes colombianos. [en línea] En: Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. Volumen 4, número 1. Popayán, marzo de 2006. Disponible en Internet: URL <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol4/13.pdf> ISSN.1692-3561
- [2] PRAKASH, Dhan. *Chenopodium*: Seed protein, fractionation and aminoacid compositor. [en línea]. En: International journal of food science and nutrition. Basingtoke. Volumen 49, número 4, p. 271-275. India, julio de 1998, Disponible en Internet: URL: <http://proquest.umi.pqdweb?did=32016879&Fmt=4&clientid=23754&RQT=309&VName=PQD>
- [3] AYALA, Guido et al. Valor nutritivo y usos de la quinua. En: Quinua. Cultivos Andinos versión 1.1. FAO. Santiago de Chile. 2001.
- [4] OSHODI, A. A; OGUNGBENLE, H. N. y OLADIMEJI, M. O. Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed (*Sesamun radiatum*), pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) flours. [en línea]. En: International Journal of Food Science s and Nutrition. Tomo 50, p. 325. Basingtoke, India, septiembre de 1999. [Citado 6 de mayo de 2006]. Disponible en Internet <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=45691134&sid=18&Fmt=4&clientid=23754&RQT=309&VName=PQD>
- [5] SARASWATHI, Goundan. Isolation and characterization of chenopodium, the major seed storage protein of quinoa (*Chenopodium quinoa*). [en línea]. Universidad de San José, California. Disertación, 1992. [Citado 16 de julio de 2006] En: ProQuest. Base de datos. Disponible desde Internet URL: <http://proquest.umi.pqdweb?did=748148821&sid=1&Fmt=2&clientid=23754&RQT=309&VName=PQD>
- [6] OGUNGBENLE, H. N. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. [en línea]. En: International Journal of food science and nutrition, marzo de 2003, vol, 54, número 2, p. 153. [Citado 7 de febrero de 2007]. Disponible en Internet URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=9336663&site=ehost-live> ISSN 0963-7486
- [7] Dai Nipon Meiji Seito to begin quinua grain import. [en línea], En: New foods products in Japan. Tokyo, 16 de marzo de 1999. [Citado 20 de junio de 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://proquest.umi.pqdweb?did=39735695&Fmt=>

- 3&clientid=23754&RQT=309&VName=PQD
- [8] INFOAGRO. El cultivo de la avena. [en línea] 2003. [Citado noviembre de 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.asp>
 - [9] FLORES BLANCO, Olga. La avena: obsequio de la naturaleza [en línea] En: Nutrición. [Publicado 1 de junio de 2006] [Citado 25 de febrero de 2007]. Disponible en Internet: URL: <http://www.aldeaeducativa.com/aldeaArticulo.asp?Which1=2804>
 - [10] ALIMENTACION SANA. La avena como complemento dietético. [en línea] [Citado 15 de marzo de 2007]. Disponible en Internet: URL: [Http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/avena.htm](http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/avena.htm)
 - [11] TAPIA, M et al. Quinua y Kañiwa, Cultivos Andinos. CIID, Oficina Regional para la América Latina. Bogotá. 1979
 - [12] ERPE, INIAP, IICA, GTZ. Postcosecha. En: Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador, Quito 2001. [Citado 20 de mayo de 2006]. Disponible en Internet. URL: PRODUCTOS/MANUALES/manual_quinua.htm
 - [13] ALIMENTACIÓN. La avena como complemento En: Consumer.Eroski. [en línea]. [Citado 15 de febrero de 2006] Disponible en Internet: URL: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2003/04/29/60650.php
 - [14] ZONA DIET. Alimentación - Avena. [en línea]. [Citado 10 de junio de 2007]. (Disponible en Internet: URL: <http://www.zonadiet.com/alimentacion/lavena.htm>)
 - [15] BADUI, Salvador. Química de los alimentos. México: Alhambra, 1986.
 - [16] MEYHUAY, Magno. Quinua. Post-harvest Operations. Capítulo XI. Roma. FAO, 1999.
 - [17] FAO/OMS/ONU. Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Téc. N°724. OMS Ginebra. 1985.
 - [18] FAO, Tabla de composición de alimentos de América Latina. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. [Citado 20 de febrero de 2006] Disponible en Internet: URL: <http://www.rlc.fao.org/bases/alimentos/busca.asp>
 - [19] FAO. Food composition tables for the near east. Roma. 1982.