



## Parámetros de calidad de harinas de *Amaranthus caudatus* Linnaeus (amaranto), *Chenopodium quinoa* Willd (quinua), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (kañahua), *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi)

Quality parameters of flour of *Amaranthus caudatus* Linnaeus (amaranth), *Chenopodium quinoa* Willd (quinua), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (kañahua), *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi)

MAMANI MAYTA, DEYSI DANITZA<sup>1</sup>  
GUTIERREZ DURÁN, MARÍA DEL PILAR<sup>1</sup>

SERRUDO JUÁREZ, JORGE ARMANDO<sup>1</sup>  
GONZALES DÁVALOS, EDUARDO<sup>1\*</sup>

CORRESPONDENCIA:  
EDUARDO.GONZALEZ@GMAIL.COM

FECHA DE RECEPCIÓN: 19 DE ENERO DE 2017

FECHA DE ACEPTACIÓN: 12 DE ABRIL DE 2017

### Resumen

Las especies vegetales *Amaranthus caudatus* Linnaeus (amaranto), *Chenopodium quinoa* Willd (quinua), *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (kañahua), llamados también granos andinos, son desde hace mucho tiempo la base de alimentación de muchas familias en nuestro país, estos granos son reconocidos por su alto valor nutricional. En la actualidad varias empresas de nuestra región comercializan estos granos en su forma procesada. Este trabajo tuvo como finalidad establecer los parámetros de calidad e identificación de las harinas de amaranto, quinua, kañahua y tarwi provenientes de los municipios de Ancoarimes, Tomina, Huancané y Peñas, para ello se realizó el análisis micrográfico encontrándose almidón, aleurona y grasa como principales elementos. El análisis fisicoquímico realizado reportó un contenido de humedad en quinua de 6,03%, cenizas totales 2,52% y 3,8 ml como índi-

### Abstract

The plant species *Amaranthus caudatus* Linnaeus (amaranth), *Chenopodium quinoa* Willd (quinua), *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (kañahua), also called Andean grains, have long been the food base of many families in our Country, these grains are recognized for their high nutritional value. At present several companies of our region commercialize these grains in its processed form. The aim of this work was to establish the parameters of quality and identification of the amaranth, quinoa, kañahua and tarwi flours from the municipalities of Ancoarimes, Tomina, Huancané and Peñas. For this purpose, the micrographic analysis was performed with starch, aleurone and fat as main elements. The physicochemical analysis carried out reported a moisture content in quinoa of 6.03%, total ash 2.52% and 3.8 ml as swelling index. In amaranth a moisture

<sup>1</sup> Área de Farmacología, Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas "Luis Enrique Terrazas Siles". Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra 2224. La Paz, Bolivia.

\* Autor Correspondencia



ce de hinchamiento. En amaranto un contenido de humedad de 5,76%, cenizas totales 2,86% y 6,8 ml como índice de hinchamiento. Tarwi reportó un contenido de humedad de 6,69%, cenizas totales 3,53%, y 3,6 ml como de índice de hinchamiento. Kañahua reportó un contenido de humedad de 5,82%, cenizas totales 3,53% y 4,75ml como índice de hinchamiento. El análisis químico cualitativo en los granos muestra la presencia mayoritaria de flavonoides, aminoácidos, antocianidinas, taninos.

### **PALABRAS CLAVE**

Parámetros de calidad, *Amaranthus caudatus*, *Chenopodium quinoa*, *Chenopodium pallidicaule*, *Lupinus mutabilis*

content of 5.76%, total ash 2.86% and 6.8 ml as swelling index. Tarwi reported a moisture content of 6.69%, total ash 3.53%, and 3.6 ml as the index of swelling. Kañahua reported a moisture content of 5.82%, total ash 3.53% and 4.75ml as swelling index. The qualitative chemical analysis in the grains shows the majority presence of flavonoids, amino acids, anthocyanidins, tannins.

### **KEY WORDS**

Quality parameters, *Amaranthus caudatus*, *Chenopodium quinoa*, *Chenopodium pallidicaule*, *Lupinus mutabilis*.

## **INTRODUCCIÓN**

La quinua es una especie de amplia distribución y diversificación, en Bolivia la región de mayor diversidad y variación genética se encuentra a las orillas del Lago Titicaca (Mújica, 1992), su distribución geográfica se extiende desde los 5° de Latitud norte al sur de Colombia hasta los 43° de latitud sur en la décima región de Chile. Su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Bolivia y Perú existiendo así quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano (Lescano, 1994). El amaranto también crece en zonas que van desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m., su distribución geográfica en Bolivia es más reducida que la quinua y la kañahua. El tarwi se cultiva aproximadamente desde los 2000 a 3800 m. s n. m. La kañahua crece mayormente en regiones altiplánicas de Bolivia y Perú entre los 3800 y 4300 m.s. n.m. (Jacobsen, 2004).

Los granos andinos por sus características de adaptabilidad ecológica, su alto valor nutritivo, su gran potencial de comercialización en los mercados nacionales e internacionales, tienen gran importancia económica. Un factor principal para su consumo es que se pueden preparar de diferentes maneras y son relativamente económicas comparadas con productos de origen animal, se consideran además alimentos funcionales y con gran potencial agroindustrial. Por ello en la actualidad se están abriendo muchos mercados de consumo nacional, y es notable la cantidad de productos procesados de estos granos que se pueden encontrar para el consumo.

La identificación, recolección, desecación y almacenamiento de estos granos se convierte en un grave problema que afecta a la materia prima. Los problemas principales que afectan la calidad de los productos a partir de la harina de estos granos es la recolección no cualificada, la poca capacidad de estandarización y la gran variabilidad de la materia prima al momento del acopio, ya sea porque

no ha sido recogida en la mejor época o porque no ha sido secada convenientemente para permitir un almacenaje correcto. Por ello es que en este trabajo se estableció los parámetros de calidad e identificación de las harinas de amaranto, quinua, kañahua y tarwi provenientes de la producción local de los municipios de Ancoraimes, Tomina, Huancané y Peñas, para ello se realizó el análisis micrográfico, el análisis farmacognóstico y el análisis químico cualitativo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material vegetal

Las especies vegetales se recolectaron de productores locales en Bolivia. *A. caudatus*, del municipio de Tomina, provincia de Tomina, Chuquisaca (latitud 19 ° 25'53.96"S y longitud 64 ° 15'5.44"W). *C. quinoa* de Huancané (latitud 16 ° 18'14.14"S y longitud 68 ° 32'35.88"W) y *C. pallidicaule* de la localidad de Peñas (latitud 16 ° 13'55.02"S y longitud 68 ° 29'41.70"W) municipio de Batallas, Provincia de Los Andes, La Paz. *L. mutabilis* del municipio de Ancoraimes, provincia de Omasuyos, La Paz (latitud 15 ° 55'19.3"S y longitud 68 ° 53'50.1"W). Un ejemplar de cada planta, *A. caudatus* (N° EG-1, Amaranthaceae), *C. quinoa* (N° EG-2, Amaranthaceae), *C. pallidicaule* (N° EG-3, Amaranthaceae), *L. mutabilis* (N° EG-1, Fabaceae) fue identificado y certificado por el Herbario Nacional de Bolivia de la Universidad Mayor de San Andrés y ha sido depositado en el Departamento de Farmacología del Instituto de Investigaciones Farmaco-Bioquímicas, UMSA, La Paz, Bolivia.

### Obtención de los extractos

Los granos fueron secados y molidos, empleando 100 g por cada especie vegetal. Este material fue sometido a una extracción por maceración, a temperatura ambiente, con EtOH de 70° durante 48 horas y hasta agotamiento, obteniendo un extracto hidro-etanolico que fue concentrado por rotaevaporación hasta eliminación completa del solvente.

### Análisis micrográfico

El método utilizado fue adecuado al material estudiado (Gutierrez, 2011), se utilizó el método micrográfico estándar que consiste en el tratamiento de la muestra reducida a polvo y examinada al microscopio, utilizando agua e hidrato cloral como aclarantes y fluoroglucina clorhídrica para la coloración de tejido lignificado (coloración rosa). Se prepararon las muestras y se observó al microscopio óptico entre porta y cubreobjetos con gotas de agua, hidrato cloral y fluoroglucina clorhídrica, para diferentes preparaciones, en el microscopio se reconocieron los elementos celulares de interés micrográfico.

### Análisis fisicoquímico

#### Análisis de las características organolépticas

Se analizaron las características organolépticas como olor, color, sabor, condición y textura de la droga pulverizada.

### Determinación del contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó por el método directo, se pesó 1g de harina de los granos y se lo transfirió al plato de la balanza de humedad (AND-MX50), donde se registró el porcentaje de humedad.

### Determinación de cenizas totales

Para esta determinación se utilizó un horno mufla (Wise Therm FP-03, FHP-03), se emplearon 2g de harina de los granos exactamente pesados en un crisol de porcelana previamente calibrado, la muestra se carbonizó en una cocina y luego se incineró en un horno mufla a 550 °C por dos horas, luego el crisol se enfrió en un desecador y se procedió a pesarlo. El proceso se repitió a partir de la carbonización de la muestra hasta obtener un peso constante, el ensayo se realizó por triplicado.

### Índice de hinchamiento en ambas plantas recolectadas

Se llevó 1g de muestra a una probeta con tapón esmerilado, se humedeció la muestra con alcohol, y se añadió 25 ml de agua destilada, se tapó la probeta y se agitó cada 10 minutos durante una hora, se dejó en reposo por cuatro horas, se procedió a eliminar la mayor parte del líquido retenido a nivel de la muestra así como las partículas que flotan, finalmente se midió el volumen ocupado por la muestra incluyendo el mucílago.

## Análisis químico cualitativo


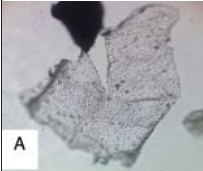
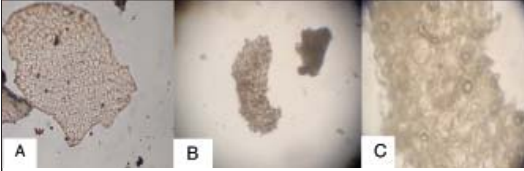
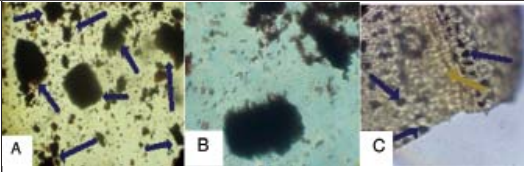
Para la determinación de grupos de compuestos más importantes en el extracto hidro-etanólico se realizó un *screening* fitoquímico cualitativo, mediante reacciones colorimétricas y de precipitación en tubos de ensayo (Tabla 1).

**Tabla 1.**  
**Reacciones de identificación utilizadas para la identificación de los compuestos.**

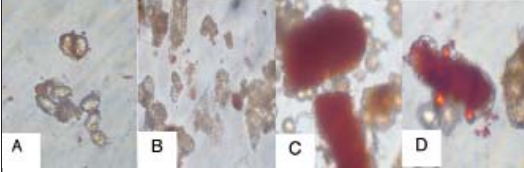
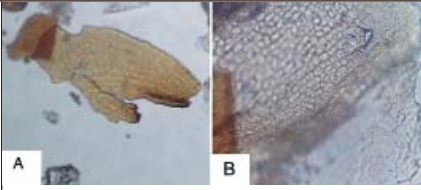
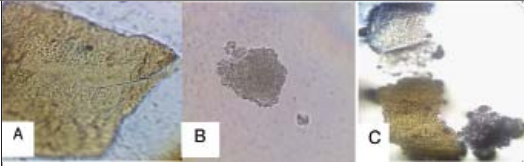
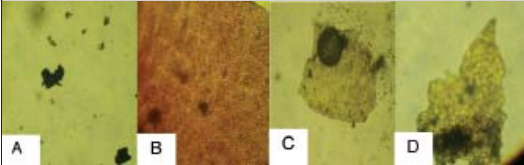
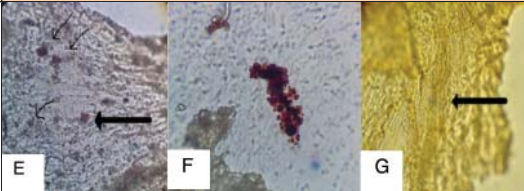
Metabolito secundario	Reacción de identificación	Identificación positiva
Tanino	Gotas de cloruro férrico al 3% sobre el extracto	Precipitado color negro azulado (taninos gálicos) Marrón verdoso (taninos catéquicos)
Saponinas	Agua sobre el extracto más agitación	Formación de espuma
Cumarinas	Reactivo de Bontragner sobre el extracto	Coloración azul
Flavonoides	Reacción de Shinoda	Coloración anaranjada o roja
Alcaloides	Reacción de Mayer Reacción de Wagner Reacción de Dragendorff	Precipitado blanco Coloración parda Coloración amarilla
Antocianidinas	Ácido clorhídrico, 1 ml de agua y 2 ml de ácido amílico sobre el extracto	Coloración roja o marrón
Leucoantocianidinas	Un ml de ácido clorhídrico sobre el extracto concentrado	Coloración roja
Aminoácidos	Gotas de solución de ninhidrina sobre el extracto	Coloración de azul a azul violeta

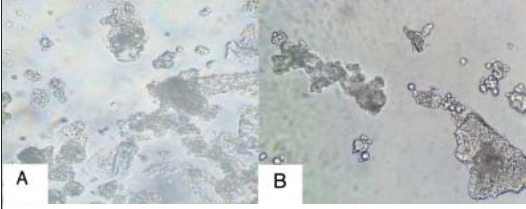
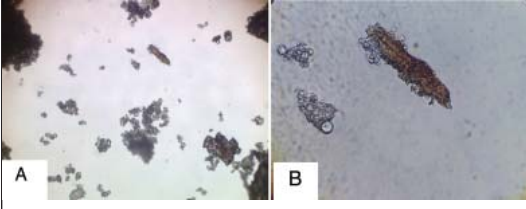
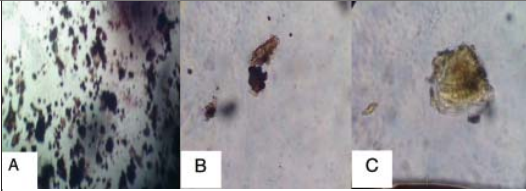
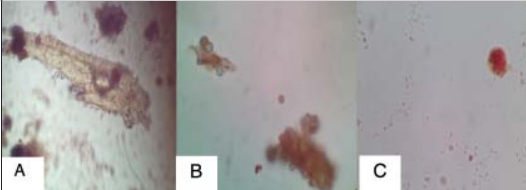
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 2.**  
**Análisis micrográfico *A. caudatus*, *C. quinoa*, *C. pallidicaule*, *L. mutabilis*.**

Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Amaranthus caudatus</i> ( <i>caudatus</i> )	Agua	 <p>Fig. A) Endospermo (10X) Fig. B) Resto de tejido (40X) Fig. C) Endospermo cristalino (10X)</p>
Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Amaranthus caudatus</i> ( <i>caudatus</i> )	Floroglucina	 <p>Fig. A) Pericarpio y endospermo (40X)</p>
Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Amaranthus caudatus</i> ( <i>caudatus</i> )	Hidrato Cloral	 <p>Fig. A) Gránulos de almidón Fig. B) Gránulos de almidón Fig. C) Gránulos de almidón teñidos en azul (40X) teñidos en azul (10X) azul y aleurona en amarillo</p>
Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Amaranthus caudatus</i> ( <i>caudatus</i> )	Lugol	 <p>Fig. A) Gránulos de almidón Fig. B) Gránulos de almidón Fig. C) Gránulos de almidón teñidos en azul (40X) teñidos en azul (10X) azul y aleurona en amarillo</p>

Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Amaranthus caudatus (caudatus)</i>	Sudan III	<p>Fig. A) Tejido suberizado (10X) Fig.B) Tejido graso (10X) Fig. C) Tejido suberizado y gránulos de aceite o grasa(40X)</p>
<i>Chenopodium quinoa (quinua)</i>	Agua	<p>Fig. A) Gránulos y restos de Fig. B) y C) Gránulos de almidón (40X) endospermo (10X)</p>
<i>Chenopodium quinoa (quinua)</i>	Floroglucina	<p>Fig. A) y B) Resto de tejido lignificado (10X) y (40X) respectivamente</p>
<i>Chenopodium quinoa (quinua)</i>	Hidrato cloral	<p>Fig. A) Endospermo cristalino (40X) Fig.B) Cascara o pericarpio (10X) Fig. C) Gránulos de almidón (40X)</p>
<i>Chenopodium quinoa (quinua)</i>	Lugol	<p>Fig. A) Gránulos de almidón Fig.B) Endospermo con gránulos de almidón y aleurona (10X) y aleurona (40X)</p>

Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Chenopodium quinoa</i> (quinua)	Sudam III	 <p>Fig.A) Gránulos de almidón Fig.B) Gránulos de grasas (10X) rodeados de gotas grasa (40X) Fig. C) y D) Gránulos de grasa y gotas de aceite (40X)</p>
<i>Chenopodium pallidicaule</i> (kañahua)	Floroglucina	 <p>Fig. A) Fragmento de cascara Fig. B) Endospermo harinoso (40X) de cañahua (10X)</p>
<i>Chenopodium pallidicaule</i> (kañahua)	Glicerina	 <p>Fig.A) Fragmento de cascara (10X) Fig.B) Granulo de almidón (40X) Fig. C) Endospermo (superior y cáscara inferior) (10X)</p>
<i>Chenopodium pallidicaule</i> (kañahua)	Lugol	 <p>Fig.A) Gránulos de almidón teñidos Fig. B) Cascara del grano (40X) con lugol (10X) Fig. C) y D) Parte de la capa de aleurona del grano teñido con lugol (10X)</p>
<i>Chenopodium pallidicaule</i> (kañahua)	Sudan III	 <p>Fig. E) y F) Gránulos de grasa y aceite (10X) y (40X) respectivamente Fig. G) Vasos reticulares</p>

Muestra	Reactivo	Resultados
<i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi)	Agua	 <p>Fig. A) Restos de endospermo Fig. B) Restos de endospermo y gránulos de almidón (40X)</p>
<i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi)	Floroglucina	 <p>Fig. A) y B) Resto de tejido lignificado (10X) y (40X)</p>
<i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi)	Lugol	 <p>Fig.A) Gránulos de Almidón (10X) Fig.B) Gránulos de almidón Fig.C) Resto de aleurona (40X)</p>
<i>Lupinus mutabilis</i> (tarwi)	Sudan III	 <p>Fig. A) Tejido graso (10X) Fig.B) Escaso aceite (10X) Fig.C) Granulo de aceite o grasa (40X)</p>

En *Amaranthus caudatus* se observó la presencia de restos de tejido endospermático cristalino y harinoso; gránulos de almidón abundantes, además de aleurona; se evidencio la presencia de tejido graso o aceitoso y tejido suberizado, los ácidos grasos presentes en amaranto son el ácido palmítico en un 19 %, el oleico en un 26 %, el linoleico en un 47 % y el ácido linolénico en un 1,4 % (Berger y col., 2003). No se encuentra lignina ni tejido lignificado porque se trata de granos (semillas). En *Chenopodium pallidicaule* se observó tejido del pericarpio y endospermo, con presencia de gránulos de almidón y aleurona, se evidenció la presencia de tejido graso o aceitoso. No se observó



tejido lignificado. En *Chenopodium quinoa* se observaron gránulos de almidón abundantes en restos de tejido endospermático, restos de aleurona, lignina en poca cantidad, tejido graso y gotículas de aceites. En la quinua el hidrato de carbono más importante es el almidón y está presente en un 32 % a 69.2 %, (Ahamed y col., 1998; Ando y col., 2002; Chauhan y col., 1992 a, b; Lindeboom 2005; Oshodi y col., 1999; Ranhotra y col., 1993). La amilosa (Repo-Carrasco y col., 2003; Wright 2002;), con un alto contenido de D- xilosa y maltosa y bajo contenido de glucosa y fructosa (Ogunbengle, 2003). El contenido de aceite en la quinua varía de 1.8 % a 9.5 %, el ácido linoléico es uno de los más abundantes ácidos grasos poliinsaturados identificados. En *Lupinus mutabilis* se observaron gránulos de almidón y de aleurona, restos de tejido endospermático, escasa cantidad de tejido lignificado, gotículas de grasa y aceite (Tabla 2). En el tarwi las proteínas y aceites representan más de la mitad del peso de la semilla (Jacobsen y Mujica, 2006).

Una manera de conservar las especies vegetales es eliminar su exceso de humedad, evitando la transformación de sus constituyentes químicos causada por la hidrólisis y el crecimiento de bacterias y hongos en la misma.

**Tabla 3.**  
**Análisis fisicoquímico de *C. quinoa*, *A. caudatus*, *L. mutabilis*, *C. pallidicaule*.**

Prueba	<i>C. quinoa</i>	<i>A. caudatus</i>	<i>L. mutabilis</i>	<i>C. pallidicaule</i>
Humedad (%)	6,03	5,76	6,69	5,82
Índice de Hinchamiento (ml)	3,80	6,80	3,60	4,75
Cenizas totales (%)	2,52	2,86	3,43	3,53

El porcentaje de humedad determinado por el método directo para la especie vegetal *C. quinoa* es 6,03%, este valor es menor a 10%, y se encuentra dentro del rango establecido para garantizar su estabilidad vegetal (British Pharmacopoea, 2004; Sharapin, 2000) y según la Norma Boliviana (NB 312026-2006) el valor máximo para *C. quinoa* es de 13,5%. Para la especie vegetal *A. caudatus* el porcentaje de humedad obtenido fue 5,76%, según la Norma Boliviana (NB 662-1996) el valor referencial debe ser menor o igual al 12%. El porcentaje de humedad para la especie vegetal *L. mutabilis* es 6,69%, según la Norma Boliviana (NB 074-2000) los valores referenciales son como mínimo 11% y máximo 12%. Para la especie vegetal *C. pallidicaule* el porcentaje de humedad obtenido fue 5,82%, no se cuentan con valores de referencia.

Las cenizas totales se componen generalmente de fosfatos, carbonatos, sulfatos, sílice y silicatos. La cantidad de ceniza que se obtiene por incineración de muestras vegetales es un indicativo de la calidad de la muestra estudiada y constituye la base para evaluar su pureza, también brinda información acerca de una posible adulteración de la droga con material inorgánico o cuerpos extraños y de su contenido en sales inorgánicas.

El porcentaje de cenizas totales para la especie vegetal *C. quinoa* fue de 2,52 %, según la Norma Boliviana (NB 312030-2006) el valor máximo para *C. quinoa* es 3,5%. Para la especie vegetal *A. caudatus* fue 2,86 %, según la Norma Boliviana (NB 664-1996) el valor referencial debe ser menor o igual al 3,5

% El porcentaje de cenizas totales para la especie vegetal *L. mutabilis* fue 3,43 %, el resultado Según la Norma Boliviana (NB 075-2000) el valor máximo es 6 %. Para la especie vegetal *C. pallidicaule* fue 3,53 %, no se cuenta con valores de referencia.

El índice de hinchamiento indica mayor o menor presencia de cadenas cortas de hidratos de carbono, o una mayor o menor presencia de sólidos solubles en agua, como minerales y vitaminas hidrosolubles. *A. caudatus* presentaría un mayor índice de absorción de agua y menor solubilidad (Tabla 3).

**Tabla 4.**  
Análisis químico cualitativo de *A. caudatus*, *C. quinoa*, *C. pallidicaule*, *L. mutabilis*.

ALCALOIDES	Quinoa	Amaranto	Kañahua	Tarwi
Reactivo de Mayer	+	-	-	+++
Reactivo de Wagner	+	-	-	+++
Test de Hager	+	-	-	++
<b>TANINOS</b>				
Test Cloruro Férrico	+	-	+	+
Test de gelatina -sal	+++	-	+	-
Test de acetato de plomo	+	+	+	+
<b>FLAVONOIDES</b>				
Ensayo de Shinoda	+	-	++	++
<b>ANTOCIANIDINAS</b>				
Ensayo de antocinidinas	+	++	++	+++
<b>LEUCOANTOCIANADINAS</b>				
Ensayo de leucoantocianadinas	+++	+++	+	++
<b>SAPONINAS</b>				
Prueba de espuma	-	-	-	-
<b>CUMARINAS</b>				
Reconocimiento de cumarinas por detección UV	++	-	+++	++
<b>AMINOACIDOS</b>				
Reacción de Ninhidrina	+++	++++	-	++

*Chenopodium quinoa* reporta la presencia de flavonoides, saponinas, terpenos, esteroides, alcaloides, vitaminas y minerales (Kokanova, 2009; Ritva 2008). Mediante los ensayos cualitativos se observó la presencia mayoritaria de taninos, aminoácidos y leucoantocianidinas. *Amaranthus caudatus* presenta un elevada cantidad de aminoácidos, leucoantocianidinas en mayor concentración. *Chenopodium pallidicaule* presenta taninos, flavonoides, antocianidinas y cumarinas en mayor concentración. *Lupinus mutabilis* presenta en mayor concentración alcaloides esto debido a que los granos fueron molidos con su cáscara, también reportó la presencia de taninos, flavonoides, antocianidinas y aminoácidos (Tabla 4). Se resalta la presencia de aminoácidos en los granos estudiados lo que les confiere un elevado valor nutritivo.

## CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo como finalidad establecer los parámetros de calidad e identificación de las harinas de amaranto, quinua, kañahua y tarwi provenientes de los municipios de Ancoraimas, Tomina, Huancané y Peñas, mediante el análisis micrográfico, análisis fisicoquímico y el análisis químico cualitativo, observándose que los valores determinados se encuentran dentro del rango de aceptabilidad y son aptos para su consumo.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto UMSA-IDH "Evaluación de la actividad hipoglicemiante de las especies *Amaranthus caudatus* (amaranto), *Lupinus mutabilis* (tarwi) y *Linum ussitatissimum* (linaza) empleadas en la medicina tradicional boliviana". Al proyecto UMSA/ASDI "Diabetes Tipo II: Nuevas terapias".

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahamed, T., Singhal, R., Kulkarni, P., and Pal, M. 1998. A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: Review of the chemical composition of its edible parts. *Food Nutr. Bull.* 19, pp. 61–70.
- Ando, H., Chen, Y., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K., and Miysunaga, T. 2002. Food Components in Fractions of Quinoa Seed. *Food Sci. Technol. Res.* 8(1), 80–84.
- Berger, A., Jones, P., and Abumweis, S. 2004. Plant sterols: Factors affecting their efficacy and safety as functional food ingredients. *Lipids Health Dis.* 3, 5.
- Bhargava A, Rana TS, Shukla S and Ohri D. 2005. Seed protein electrophoresis of some cultivated and wild species of *Chenopodium*. *Biol Plant*; 49:505–511.
- Chauhan, G., Eskin, N., Tkachuk, R. 1992a. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. *Cereal Chem.*; 69(1), 85–88.
- Chauhan, G., Zillman, R., and Eskin, N. 1992b. Dough mixing and breadmaking properties of quinoa-wheat flour blends. *Int. J. Food Sci. Technol.*; 27(6), 701–705.
- Gutierrez, M., Limachi, G., Gonzales, E., Bermejo, P., (2011). Control de Calidad del *Xanthium spinosum*, planta medicinal expandida en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Biofarbo*. (19)1.
- Jacobsen, E. and Mujica, A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés; 458-482.
- Jacobsen, S.E. & A. Mujica. 2004. Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). pp. 931-932 En: Jacobsen, S.-E., C.R. Jensen & J.R. Porter (eds.). *Book of Proceedings. VIII ESA Congress: European Agriculture in a Global Context.* KVL, 11-15 July 2004, Copenhagen.
- Kokanova Z.; Nedialkov P.; Nikolov S. 2009. "The genus chenopodium: Phytochemistry, ethnopharmacology and pharmacology", Pharmacognosy Department, Faculty of Pharmacy, Medical University of Sofia, Dunav str. 2, 1000 Sofia, Bulgaria, Volume 3, Issue: 6, Page: 280-306.
- Lescano JL. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos. Quinua, kañahua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru. Puno, Perú.
- Lindeboom, N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), University of Saskatchewan Degree of Doctor.
- Menchú, MT; Méndez H. 2007. Tabla composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala INCAP/OPS. 2ª Edición.
- Mujica A. 1992. Granos y leguminosas andinas. En: Hernández J, Bermejo J, León J. (editores). *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp. 129-146.
- Ogunbenge HN. 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *Int J Food Sci Nutr*; 54:153–158.
- Oshodi, A., Ogunbenge, H., and Oladimeji, M. 1999. Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed, pearl millet and quinoa flours. *Int. J. Food Sci. Nutr*; 50, 325–331.
- Ramírez, E. 2002. Proyecto de Inversión para la Industrialización y Comercialización del Grano de Amaranto en Diversos Productos en Huajuapán de León Oaxaca.

- Ranhotra, G., Gelroth, J., Glaser, B., Lorenz, K., and Johnson, D. 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chem*; 70(3), 303–305.
- Repo-Carrasco R, Espinoza C and Jacobsen SE. 2003, Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev Int* 19:179–189.
- Ritva. R.; Encina C. 2008. “Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinoa (*Chenopodium quinoa*), de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*)”, *Revista de la sociedad química del Perú, Lima Perú*, V 74 N°2, p. 85-99.
- Wright KH, Pike OA, Fairbanks DJ and Huber SC, 2002. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *Food Chem Toxicol*; 67:1383–1385.