



Secretaría de  
Educación Superior,  
Ciencia y Tecnología

# LA RIQUEZA OCULTA DE LAS HOJAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)



**Boletín técnico Nro. 166**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS, INIAP**

**Estación Experimental  
Santa Catalina - Departamento de Nutrición y  
Calidad**

Proyecto PIC - 12 -INIAP - 004  
Valorización y aprovechamiento del Chocho (*Lupinus mutabilis*  
Sweet) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), Amaranto  
(*Amaranthus caudatus* L.) y Sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)

Autores

Elena Villacrés <sup>1</sup>

Edmundo Silva <sup>2</sup>

Lourdes Cuadrado <sup>3</sup>

Javier Álvarez, <sup>1</sup>

María Belén Quelal <sup>1</sup>

1. Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP

2. Facultad de Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil

3. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo

**LA RIQUEZA OCULTA DE LAS HOJAS  
DE QUINUA**  
*(Chenopodium quinoa Willd)*



Estación Experimental Santa Catalina - Departamento de Nutrición y Calidad  
Proyecto SENESCYT PIC-12-INIAP-004 "Valorización y aprovechamiento de los granos andinos: quinua,  
chocho, amaranto y sangorache"

---

# Índice

1.	Introducción .....	7
2.	Materiales y Métodos .....	8
2.2	Metodología .....	8
2.2.1	Perfil nutricional y de aminoácidos .....	8
2.2.2	Perfil fitoquímico .....	9
2.2.3	Capacidad antioxidante.....	10
3.	Resultados .....	11
3.1	Perfil nutricional.....	11
3.2	Perfil de aminoácidos.....	14
3.3	Perfil fitoquímico.....	15
3.4	Propiedades antioxidantes.....	17
4.	Aplicación de las hojas de quinua.....	19
4.1	Obtención de hojas de quinua deshidratadas .....	20
4.2	Formulación base, para la elaboración de una sopa instantánea con hojas de quinua.....	20
5.	Conclusiones .....	22
	Bibliografía .....	23



## Agradecimiento

Los autores, dejan constancia de agradecimiento a:

- A la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, por su apoyo a la investigación y publicación de resultados, a través del proyecto “Valorización y aprovechamiento del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)”, PIC-12-INIAP-004.
- Al comité de publicaciones de la E.E Santa Catalina del INIAP, por sus valiosos aportes para mejorar el presente trabajo.
- A la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi particularmente a la Ing. Susana Galarza por su dedicación y entrega en el desarrollo de la tesis “Valor nutritivo y uso de las hojas de quinua en la formulación base para la elaboración de una sopa instantánea”.
- Al programa Nacional de Leguminosas-Granos Andinos y al Dpto. de Producción de Semilla, por las facilidades brindadas para la provisión oportuna del material vegetal (hojas) para los ensayos de caracterización y aprovechamiento.
- A todas las personas que de forma directa o indirecta colaboraron para la culminación de esta publicación.

## Presentación

El ser humano posee una gran capacidad de adaptación fisiológica a diversos tipos de alimentación. A pesar de ello, la ciencia de la nutrición muestra que existen ciertos alimentos de los cuales no se puede prescindir, como las verduras, hortalizas y frutas.

En los últimos años se está produciendo un número creciente de descubrimientos científicos en relación con los alimentos de origen vegetal. A medida que se perfeccionan los métodos de análisis químico, se comprueba que en las frutas, cereales, legumbres y hortalizas existen, además de nutrientes, compuestos que no se hallan en los alimentos de origen animal como: Las sustancias fitoquímicas y los antioxidantes. Las primeras, constituyen un grupo realmente comparable a una farmacia, que solo existe en el reino vegetal.

La totalidad de la naturaleza es un poderoso manantial de salud, un espacio donde los unos se aprovechan de los otros. Nuestra salud y bienestar dependen, más que de ningún otro factor, de los alimentos que ingerimos cada día. Las hojas de quinua pueden suministrar todos los nutrientes, a condición de tener una alimentación balanceada. Su consumo es conocido en la región andina de Perú y Bolivia, en Ecuador no existe este hábito alimenticio, de donde surge la necesidad de difundir los primeros resultados encontrados en esta fracción de la planta, especialmente en las zonas altas de nuestro país, donde aparentemente no crecen frutas ni hortalizas, siendo las hojas verdes de quinua, una fuente accesible y económica de carotenos, hierro y otros micronutrientes.

En esta publicación se presenta en primer lugar el valor nutricional de las hojas relacionado con los componentes que se encuentran en mayor cantidad, como son el agua, las proteínas, los lípidos y los hidratos de carbono. Se presenta también el contenido de vitaminas y minerales. Más adelante se encuentran los componentes fitoquímicos y los relacionados con la capacidad antioxidante, los cuales no son nutrientes y parecen ser responsables de la prevención, alivio y hasta curación de ciertas dolencias. Se finaliza el contenido con una aplicación práctica, factible de ser escalada a nivel industrial, para lo cual habría que pensar en la implementación de cultivos exclusivos para el aprovechamiento de las hojas.

Confiamos que el contenido de la presente publicación será de utilidad en la nutrición de la población ecuatoriana y una alternativa para contribuir a la política 3.6 del objetivo 3 del Plan nacional del Buen Vivir, que textualmente señala:

*Mejorar la calidad de vida de la población*

*Fomentar la producción de cultivos tradicionales y su consumo como una alternativa de una dieta saludable.*



## 1. Introducción

Según la Real Academia Española (2001), las verduras y hortalizas son plantas comestibles que se cultivan en las huertas y sirven para la alimentación humana. Éstas pueden clasificarse en función de la parte comestible de cada planta; así, hay verduras de hoja (lechuga, acelga, espinaca), tallo (apio), raíz (zanahoria), tubérculo (papa), bulbo (cebolla) y flor (brócoli) (INCAP/OPS, 2000). Cuando se habla de hortalizas se hace referencia a cualquier planta herbácea hortícola que puede utilizarse como alimento ya sea crudo o cocinado, mientras que el término verdura describe a un grupo de hortalizas constituidas por alimentos de hoja y tallo tierno (Botanical online, 2014; Código Alimentario Español, 1991 citado por Cámara *et al.*, 2003). No obstante el término verdura se utiliza también para referirse a las hortalizas.

Casi todas las verduras son fuentes valiosas de micronutrientes como: vitaminas, minerales e hidratos de carbono complejos difíciles de digerir (fibra dietética), además que constituyen un grupo de alimentos con carácter regulador debido a su contenido elevado de agua (85 %), vitaminas y sales minerales; el hierro y el calcio se destacan en las hortalizas de hoja verde, mientras que la vitamina C se encuentra en la col, espinaca, pimientos y la vitamina A presente en el tomate, zanahoria, perejil entre otras. Sin embargo son escasas en proteína (1-5 %) y no poseen lípidos (<1 %) por ello carecen de valor energético y sus hidratos de carbono son más bien de carácter estructural (Moreiras *et al.*, 2011; Cid 2000), pero contienen compuestos fitoquímicos de gran importancia, debido a que son sustancias biológicamente activas que además de tener un efecto positivo para la salud en relación a enfermedades cardiovasculares, degenerativas, infecciones y cáncer, permiten a los vegetales defenderse frente a peligros ambientales, enfermedades y depredadores (González *et al.*, 2012).

Hoy en día, las enfermedades crónicas no transmisibles son una prioridad de salud pública (Herrera *et al.*, 2012); varias publicaciones científicas asocian el consumo de verduras a un menor riesgo de desarrollar cáncer debido a la presencia de fibra y compuestos fitoquímicos (antioxidantes naturales) que contribuyen a disminuir las cardiopatías isquémicas (Organización Mundial de la Salud, 2002).

Además, el fondo Mundial de la Investigación en cáncer, establece que las dietas ricas en hojas verdes protegen contra el cáncer de pulmón y estómago,

mientras que el consumo de crucíferas como col, brócoli o coliflor disminuyen el riesgo de padecer cáncer colorrectal y de tiroides (Jacoby y Keller, 2006).

Finalmente, el consumo de verduras genera una sensación de saciedad y favorece la disminución de la ingesta de calorías totales. Por ello la importancia del consumo de este grupo de alimentos junto con los cereales y las leguminosas, ya que constituyen elementos importantes en una dieta balanceada y saludable.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Materiales

La determinación del perfil nutricional y de aminoácidos, componentes fitoquímicos y la capacidad antioxidante se realizó con las hojas de la variedad de quinua INIAP-Tunkahuan, cultivada en la Estación Experimental Santa Catalina, recolectadas entre 60-80 días después de la siembra.

### 2.2 Metodología

#### 2.2.1 Perfil nutricional y de aminoácidos

El perfil nutricional y de aminoácidos se determinó siguiendo los métodos que se indican en el Cuadro 1.



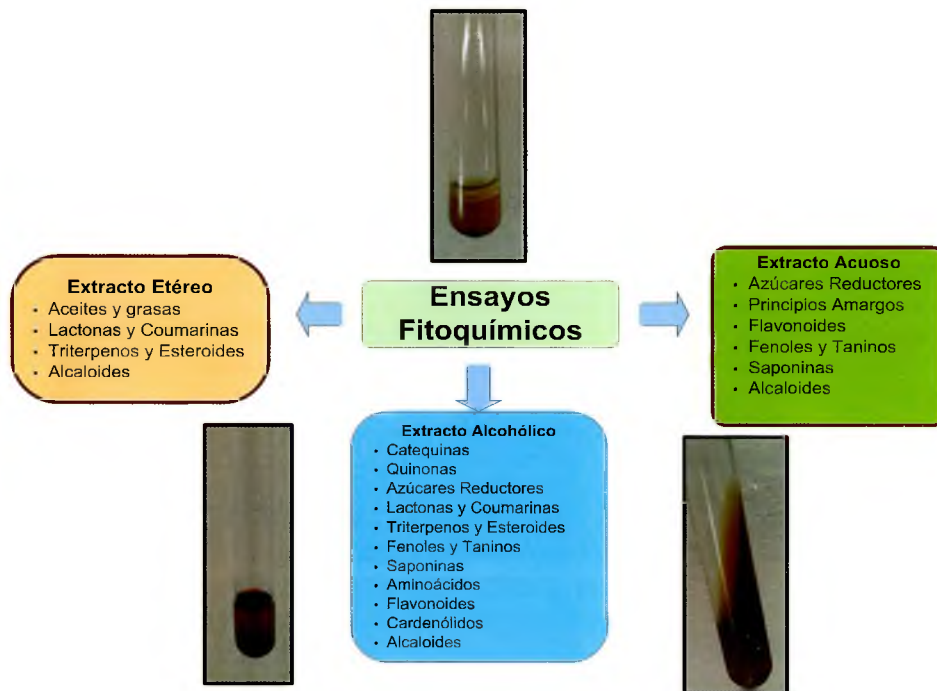
**Cuadro 1.** Metodología empleada en la determinación del perfil nutricional y de aminoácidos

	Parámetro	Método
Análisis proximal	Humedad (%)	A.O.A.C. 925.09 (1996)
	Cenizas (%)	A.O.A.C. 940.26 (1997)
	Extracto etéreo (%)	A.O.A.C. 920.39 (1997)
	Proteína (%)	A.O.A.C. 955.39 (1984)
	Fibra (%)	A.O.A.C. 920.86 (1997)
	Carbohidratos (%)	Diferencia a partir de la composición proximal
Macro y micro minerales	Calcio (%)	Espectrofotometría de absorción atómica (Fick, McDowell, Miles, Wilkinson, Funk y Conrad, 1979)- Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad, INIAP
	Fósforo (%)	
	Magnesio (%)	
	Potasio (%)	
	Sodio (%)	
	Cobre (ppm)	
	Hierro (ppm)	
	Manganeso (ppm)	
	Zinc (ppm)	
Vitaminas	Ácido ascórbico (mg/100 g)	Métodos del Laboratorio de Calidad y Nutrición del Centro Internacional de la Papa (QNLAB)
	Carotenoides totales	
	Ácido fólico (mg/100 g) (hoja cruda)	Analizado por cromatografía líquida de alta resolución, HPLC
	Aminoácidos	Analizados por cromatografía líquida de alta resolución, HPLC - Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad, INIAP

### 2.2.2 Perfil fitoquímico

Para la obtención de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso se siguió la metodología descrita por Miranda (2012). Se realizaron una serie de extracciones sucesivas con solventes de diferente polaridad.

Los extractos fueron sometidos a ensayos fitoquímicos mediante pruebas cualitativas de color y/o precipitación, las mismas que detecta la presencia abundante (+++), moderada (++) y escasa (+) de diferentes metabolitos secundarios como se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Metodología para realizar el tamizaje fitoquímico de las hojas de quinua

### 2.2.3 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se realizó siguiendo la metodología citada por Burgos *et al.*, (2012), como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Métodos para determinar el contenido de compuestos y la capacidad antioxidante hidrofílica

Parámetro	Método
Antocianidinas	Coloured potatoes ( <i>Solanum tuberosum</i> ) anthocyanin content and tuber quality-Genetic Resources and Crop Evolution (Jansen G y Flame, W).
Flavonoides totales	Método de Quettier-Deleu <i>et al.</i> , (2000)
Polifenoles	Current Protocols in Food Analytical Chemistry – University of California (Watherhouse, A).
Capacidad antioxidante hidrofílica	Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay-Free radical Biology and Medicine (Re, R; Pellegrini, N; Proteggente, A; Pannala, A; Yang, M; Rice - Evans, C).

Fuente: Laboratorio de Calidad y Nutrición del Centro Internacional de la Papa (QNLAB)

### 3. Resultados

#### 3.1 Perfil nutricional

Las hojas de quinoa se consideran verduras nutritivas, en peso seco, aportan con 322,02 Kcal por 100 gramos, presentan un mejor perfil nutricional que el grano. Su contenido en proteínas es elevado para una verdura (27,84 %), presentan hidratos de carbono (40,78 %) y grasa (3,5 %), como se muestra en el Cuadro 3.





**Cuadro 3.** Perfil nutricional de las hojas, con relación al grano de quinua

Parámetro	Hojas		Grano
	Peso fresco	Peso seco	Peso seco
Humedad (%)	81,64	5,23	12,00
Cenizas (%)	3,65	19,86	1,96
Extracto etéreo (%)	0,64	3,50	6,00
Proteína (%)	5,11	27,84	16,7
Fibra (%)	1,47	8,02	8,61
Carbohidratos (%)	7,49	40,78	66,73
Calorías (kcal/100 g)	59,10	322,02	404,94
Calcio (%)	0,51	2,79	0,18
Fósforo (%)	0,12	0,63	0,32
Magnesio (%)	0,41	2,26	0,16
Potasio (%)	0,87	4,74	0,33
Sodio (%)	0,01	0,05	0,02
Cobre (ppm)	1,47	8,00	0,6
Hierro (ppm)	88,68	483,00	7,8
Manganeso (ppm)	6,98	38,00	1,0
Zinc (ppm)	37,45	204,00	3,3
Ácido ascórbico (mg/100 g)	19,49	358,00	---
Ácido fólico (mg/100 g)	0,03	0,18	1,68

Fuente: Galarza, 2010.

El contenido de proteínas, en peso fresco, supera al de la espinaca (2,86 %), acelga (1,82 %) y brócoli (2,98 %). El poder nutritivo de las hojas de quinua radica en su gran riqueza de minerales y vitaminas; ya que 100 gramos poseen 410 mg de magnesio. Este contenido se enmarca en la cantidad recomendada para hombres adultos (400-420 mg) y supera la proporción recomendada para mujeres adultas (310-320 mg), razón por la cual debería ocupar un sitio preponderante en la dieta, inclusive para ayuda a reducir el riesgo de hipertensión arterial y problemas de preclamsia en mujeres. Varios autores señalan que el consumo elevado de magnesio reduce el riesgo de padecer diabetes tipo 2, debido a que este mineral mejora la sensibilidad a la insulina y favorece al sistema inmunitario en pacientes que sufren de esta enfermedad (Nutri- Facts, "s.f").

En cuanto al potasio, las hojas de quinua, aportan con casi el 50 % (870 mg) del requerimiento diario de este elemento (2000 mg) (Maza, 2000); y aproximadamente el 45 % (3,7 mg/100 g) del zinc que se necesita cada día (8 mg/día en mujeres y 11 mg/día en hombres) además de su función nutritiva, el zinc intervienen en los procesos bioquímicos necesarios para el desarrollo de la vida (Rubio *et al.*, 2007).

Otro mineral importante en las hojas de quinua es el hierro (8,87 mg de hierro/100 g), el cual se encuentra en una proporción similar a la de la carne. Aunque el hierro de origen vegetal se absorbe con mayor dificultad que el de procedencia animal, la presencia de vitamina C en las hojas como en otros alimentos, favorece notablemente la asimilación de este mineral (Vilaplana, 2004).

La cantidad de hierro biodisponible (2,4 mg), ayuda a cubrir en un 90 % las necesidades diarias recomendadas de una mujer adulta. Esta verdura verde es la mejor aliada de las mujeres que pierden mucho hierro en cada periodo de la menstruación (Maza, 2000).

Cada 100 g de hojas aportan el 32 % de vitamina C (19,49 mg) que se necesita cada día (60 mg) y supera al contenido presente en la zanahoria o la lechuga (8 y 10 mg/100 g peso fresco, respectivamente) (Veliz y Grosch, 1997 citado por Cid, 2000). En cuanto a la vitamina A, el consumo de 100 gramos de hojas, representan un aporte del 30 % (311,22 µg ER) de las necesidades diarias de este nutriente (1000 µg ER). La importancia de los carotenoides radica en su acción antioxidante, éstos son capaces de inhibir el proceso de auto-oxidación lipídica de las células y por consiguiente evitar procesos degenerativos (ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, depresión del sistema inmune, etc.), los carotenoides tienen la característica de ser anticancerígenos e inmuno-activadores, razón por lo cual son de vital importancia para la salud humana (Minguez *et al.*, sf).

**Cuadro 4.** Concentración de Carotenoides Totales en hojas y grano de quinua

Fracción de la planta	µg/100 g	µg ER/100 g	µg /100 g	µg ER/100 g
	<b>Peso seco</b>		<b>Peso fresco</b>	
Hoja cruda	20341,4	1695,12	3734,68	311,22
Hoja cocida	11137,5	928,12	2044,85	170,40
Grano crudo	166,68	13,89	146,68	12,22
Grano lavado	137,70	11,47	121,18	10,09
Grano cocido	134,00	11,16	24,60	2,05
ER: Equivalentes de Retinol				
Fuente: Silva, (2014).				

El ácido fólico es un elemento fundamental en la alimentación humana interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico. La cantidad diaria recomendada de este elemento es de 200 µg, las hojas de quinua, al igual

que la coliflor y col, aportan con el 15 % (30  $\mu$ g) del requerimiento diario, su contenido es menor que el de la espinaca (80  $\mu$ g) (Belitz y Grosch, citado en Cid, 2000).

El grano de quinua, presenta una mayor concentración de ácido fólico (1,68 mg/100 g) que las hojas, nutriente importante por su función fisiológica en la prevención de ciertas malformaciones nerviosas y problemas congénitos del cerebro y la médula espinal (espina bífida) en el feto. El ácido fólico también actúa en la síntesis de ADN, es esencial para la división celular rápida que ocurre durante el desarrollo fetal precoz (Cortés, 2003; citado por Ramírez y López, 2010). La deficiencia de ácido fólico da lugar a la síntesis defectuosa de ácidos nucleicos y proteínas, es la causa más común de anemia melagoblástica (Hawkes y Villota, 1989 ; citado por Sendra y Carbonell, 1999).

Por su riqueza en minerales y vitaminas, las hojas de quinua constituyen una verdura muy recomendable para todos los deportistas y adolescentes en fase de crecimiento; además su gran riqueza en fibra, ayuda a evitar el estreñimiento, fortalece las micro-vellosidades y ayuda a prevenir afecciones graves como el cáncer de colon (Ramírez y López, 2010).

### 3.2 Perfil de aminoácidos

Cuatro de los ocho aminoácidos esenciales para un adulto, se encuentran en mayor proporción en la hoja con relación al grano, a saber: fenilalanina, lisina, isoleucina y la treonina los cuales son elementales ya que intervienen en cierto número de funciones metabólicas y nutricionales (YSNOUT, 2009); como el caso de la fenilalanina que ayuda a la formación de neurotransmisores, la lisina facilita la construcción de los tejidos (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2010), la isoleucina interviene en el mantenimiento y restauración del tejido muscular, mientras que la treonina facilita al buen funcionamiento de hígado (Botanical, on-line, 2014).

Aminoácidos no esenciales como: los ácidos glutámico y aspártico, se encuentran en mayor cantidad tanto en el grano como en las hojas, cuya principal característica tecnológica es resaltar el sabor de los alimentos, actúan estimulando las papilas gustativas y son considerados como potenciadores del sabor (Cuadro 5).



**Cuadro 5.** Perfil de aminoácidos de las hojas, con relación al grano de quinua (g/100 g proteína)

Aminoácido	Hojas	Grano
Ácido Glutámico	16,12	13,44
Ácido Aspártico	10,69	7,68
Alanina	10,41	2,87
Glicina	8,90	11,00
Fenilalanina	5,42	3,31
Arginina	5,06	6,5
Prolina	4,49	2,87
Lisina	4,24	3,81
Isoleucina	4,13	2,87
Serina	4,05	8,19
Treonina	3,88	2,62
Tirosina	2,91	2,19
Valina	2,84	3,81
Histidina	1,90	2,31
Cistina	0,68	0,31

Fuente: Galarza, 2010.

### 3.3 Perfil fitoquímico

Las plantas destinan una cantidad significativa del carbono asimilado y de la energía a la síntesis de una amplia variedad de moléculas orgánicas que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, asimilación de nutrientes, transporte de solutos o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos, y que se denominan metabolitos secundarios (Avalos *et al.*, 2009). En general, estos son compuestos orgánicos constituyentes de los alimentos de origen vegetal, que no son nutrientes y que proporcionan al alimento propiedades fisiológicas que van más allá de las nutricionales propiamente dichas. Estas sustancias parecen ser responsables, al menos en parte, del papel beneficioso para la salud asociado al consumo de frutas, verduras y alimentos derivados de ellas.

Los extractos etéreo y alcohólico de las hojas de quinua muestran presencia abundante de triterpenos y esteroides, como se muestra en el Cuadro 6. En este grupo, en la hoja predominan los pigmentos carotenoides (carotenos y xantofilas) y los esteroides (ergosterol, sitosterol, colesterol), (Villacrés *et al.*, 2013), estos últimos, son materias primas para la elaboración de hormonas

esteroideas (anticonceptivos, antiinflamatorios, anabolizantes, etc.) (Calvo y Mendoza, 2012).

**Cuadro 6.** Perfil fitoquímico de las hojas de quinua

Grupo fitoquímico	Reacción característica	Presencia
<b>Extracto Etéreo</b>		
Aceites y grasas	Ensayo de Sudán	+++
Lactonas y coumarinas	Ensayo Baljet	++
Triterpenos y esteroides	Ensayo de Libermann-Buchard	+++
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff Ensayo de Mayer Ensayo de Wagner	-
<b>Extracto Alcohólico</b>		
Catequinas		++
Quinonas	Borntrager	-
Azúcares reductores	Fehling	++
Lactonas y coumarinas	Baljet	++
Antocianidinas		+
Triterpenos y esteroides	Liebermann-Buchard	+++
Fenoles y taninos	FeCl <sub>3</sub>	++
Saponinas	Espuma	++
Aminoácidos	Ninhidrina	++
Flavonoides	Shinoda	+
Cardenólidos	Kedde	-
Alcaloides	Dragendorff Mayer Wagner	-
<b>Extracto Acuoso</b>		
Azúcares reductores	Fehling	++
Principios amargos		++
Fenoles y taninos	FeCl <sub>3</sub>	+++
Saponinas	Espuma	+
Alcaloides	Dragendorff Wagner Mayer	-
Abundante: +++    Moderado: ++    Escaso: +    Negativo: -		
Fuente: Guapi, 2013.		

Las saponinas, se encuentran en cantidad moderada en las hojas y desempeñan importantes funciones en la medicina y la industria (Maza, 2000). En la industria estos compuestos presentan propiedades tensoactivas característica ideal para la elaboración de detergentes y jabones (Villacrés *et al.*, 2013); mientras que en el campo medicinal poseen un efecto protector contra el cáncer de estómago e intestino, reducen los niveles de colesterol en la sangre (Mendoza y Calvo, 2012) y tiene acción expectorante y efectos diuréticos, razón por la cual son usadas en la industria farmacéutica para la elaboración de diferentes drogas (López, 2001).

También se evidenció la presencia moderada de cumarinas y catequinas en el extracto alcohólico, las primeras pertenecen a una amplia familia de lactonas, que actúan como agentes antimicrobianos y como inhibidores de la germinación. Algunas muestran fototoxicidad frente a insectos (psoraleno), tras activarse por la luz UV. (Brunenton, 1991) mientras que las catequinas poseen actividad antioxidante frente a los radicales libres (aniones superóxido, peroxi-nitrito) lo que conlleva a un efecto beneficioso sobre las enfermedades de tipo cardiovascular (Álvarez, 2010).

En el extracto acuoso de las hojas se determinó presencia abundante de fenoles (flavonoides, lignina y taninos). Muchos de estos compuestos están implicados en las interacciones planta-herbívoro. Los taninos tienen efecto beneficioso en la salud humana al bloquear la formación de endotelina-1, una molécula señal que provoca vasoconstricción (Cedano, 2009), mientras que los flavonoides tienen utilidad potencial en la industria cosmética y alimenticia como saborizantes y colorantes. Por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antitumorales y antialérgicas, los flavonoides pueden tener efectos beneficiosos para la salud (Reyes, *et al.*, 2011).

### 3.4 Propiedades antioxidantes

Antioxidantes: Existen dos tipos de antioxidantes, las enzimas y los nutrientes, siendo estos últimos los que se obtienen directamente de los alimentos que se ingieren, especialmente vitaminas y minerales. Los antioxidantes, retrasan el envejecimiento celular y tienen cierto factor protector frente a enfermedades degenerativas, previenen ciertos tipos de cáncer. Tanto las frutas como las verduras son los grandes grupos de alimentos con una cantidad alta de antioxidantes.

Los compuestos antioxidantes están ganando importancia debido al doble rol que juegan tanto en la industria de alimentos como estabilizadores de los lípidos y en la medicina preventiva como supresores de la oxidación excesiva causante del cáncer y el envejecimiento (Cedano, 2009). Entre las sustancias naturales que ejercen efectos protectores antioxidativos se encuentran los carotenoides, flavonoides, vitaminas C y E, los cuales son conocidos por la función que cumplen tanto frente a la oxidación primaria como secundaria (De Feria, 2011).

Dentro del grupo de polifenoles se encuentra los flavonoides, que además de sus efectos antioxidantes, presentan un amplio abanico de actividades farmacológicas (De Feria, 2011). Los principales subgrupos de compuestos flavonoides son: flavonoles, flavonas, flavanonas (dihidroflavonas), isoflavonas, antocianidinas y flavanoles (Maza, 2000).

En general los compuestos con propiedades antioxidantes, se registraron en mayor proporción en las hojas con relación al grano, como se indica en el Cuadro 6; los flavonoides en el grano crudo registran valores de 1,74 mg de quercitina/100 g, mientras que la hoja en estado crudo presenta 113,09 mg/100 g. Igualmente las antocianinas se presentaron en mayor proporción en la hoja (9,06 mg/100 g en peso fresco), con relación al grano (0,68 mg/100 g). En general, estos compuestos se presentan en mayor cantidad tanto en el grano como en las hojas crudas, registrándose una pérdida en cada proceso de preparación, especialmente en la cocción del grano.

La importancia de los compuestos fenólicos radica en que intervienen en diferentes mecanismos, tales como: el secuestro de radicales libres, donación de hidrógeno, captura del oxígeno singulete, quelación de iones metálicos y el actuar como sustrato para los radicales superóxido e hidroxilo. Por otro lado, se ha encontrado una relación directa entre el contenido de fenólicos y la capacidad antioxidante de las plantas (Dos Santos, 2012). Además de secuestrar radicales libres, quelar iones metálicos e inhibir oxidasas, los flavonoides pueden aumentar la disponibilidad de antioxidantes endógenos, así como la actividad de enzimas antioxidantes (Brunenton, 1991). Al mismo tiempo que son capaces de inhibir las enzimas involucradas en la generación de especies reactivas de oxígeno (Escamilla y colaboradores, 2006). No obstante para que se manifiesten dichos efectos protectores, el grano y las hojas de quinua deben

ser consumidos como componentes de una dieta equilibrada, acompañado de un estilo de vida saludable.

Finalmente, varias investigaciones establecen que el consumo de 400-600 g de hortalizas y frutas, reducen el riesgo de padecer enfermedades como el cáncer, debido al contenido de sustancias fitoquímicas como los polifenoles que pueden modular la expresión génica e inhibir la carcinogénesis (Tomás-Barberán, 2003). Otros investigadores proponen la fortificación de alimentos (bebidas, jugos) con sustancias fitoquímicas, especialmente flavonoides, por sus propiedades funcionales para la salud humana (Clydesdale et al., 1994; Winter y Rodríguez, 1997 citado en Sendra y Carbonell, 1999).

**Cuadro 7.** Compuestos y capacidad antioxidante del grano y hojas de quinoa

Fracción de la planta	Antocianinas totales (mg /100 g )		Flavonoides (mg quercetina/100 g)		Polifenoles (mg AGE/100 g)		Capacidad antioxidante hidrofílica (µMoles trolox Equivalente/g)	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso Seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso Seco
Grano crudo	0,68	0,77	1,74	9,48	203,87	1110,39	28,15	31,99
Grano lavado	0,32	0,36	1,26	6,29	183,34	998,03	25,08	28,50
Grano cocido	0,26	0,30	1,05	5,75	56,83	309,58	18,94	21,52
Hoja cruda	9,06	49,36	113,09	616,00	900,10	4902,53	8,11	44,16
Hoja cocida	8,80	48,18	72,88	397,00	833,06	4537,36	7,99	43,50

AGE: Equivalente de ácido gálico  
Fuente: Silva, 2014.

## 4 Aplicación de las hojas de quinoa

Las hojas de quinoa se pueden usar crudas cuando son tiernas para comer en ensalada o cocción al vapor pues así conservan la mayor parte de sus vitaminas y minerales, o pueden usarse como materia prima para la elaboración de sopas instantáneas, para lo cual deben ser sometidas a un proceso previo de deshidratación.

#### 4.1 Obtención de hojas de quinua deshidratadas

El proceso comprende las siguientes operaciones:

- **Lavado:** Las hojas se lavan con abundante agua, para eliminar las impurezas adheridas como polvo, arena, etc.
- **Desinfección:** Varios microorganismos presentes en el ambiente, pueden adherirse a las hojas, por lo que éstas deben desinfectarse, sumergiéndolas en una solución de desinfectante natural en proporción de 24 gotas por litro de agua.
- **Ecurrido:** Con el objeto de eliminar el agua superficial, las hojas se escurren sobre un tamiz, por alrededor de 5 minutos.
- **Secado:** Las hojas escurridas se extienden sobre bandejas de acero inoxidable en capas de 1 mm de espesor y se deshidratan a 50° C por alrededor de 5 horas.
- **Molido:** Las hojas deshidratadas se trituran en un molino de martillo y luego se tamizan a un tamaño de partícula de 16 mesh (Galarza, 2010).

#### 4.2 Formulación base de una sopa instantánea con hojas de quinua

##### Dosificación de ingredientes

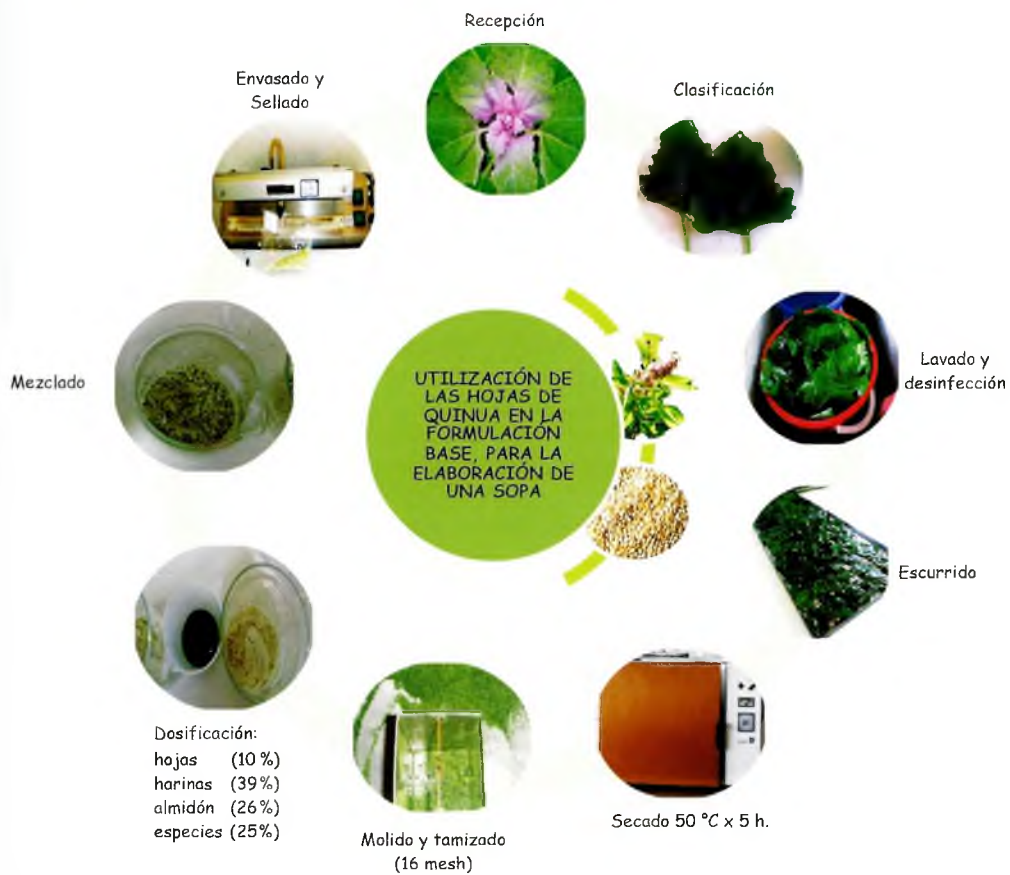
La formulación apropiada para la elaboración de una sopa instantánea incluye:

- Hojas deshidratadas: 10 %
- Harinas de trigo, arroz o quinua: 39 %
- Almidón de arroz o maíz: 26 %.
- Leche en polvo: 1,3 %
- Sal: 8,7 %
- Condimentos: 4 %.



**Mezclado:** Los ingredientes dosificados, se mezclan para lograr un producto homogéneo, el proceso de elaboración de la sopa instantánea se muestra en la Figura 2.

**Preparación:** 70 gramos de la formulación base, se añade a un litro de agua, se mezcla, se calienta hasta ebullición durante 5 minutos.



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la elaboración de una sopa instantánea con base a hojas de quinua

## 5. Conclusiones

Las hojas de quinua se caracterizan por ser una fuente importante de minerales, como: magnesio (410 mg/100 g), zinc (3,7 mg/100 g), hierro (8,87 mg/100 g) y vitaminas como: vitamina C (19,49 mg/100 g), vitamina A (311,22 µg ER/100 g), ácido fólico (0,03 mg/100 g de hoja fresca,) razón por la cual debería ser un alimento de uso frecuente en nuestra mesa.

En el perfil de aminoácidos se destaca la presencia de cuatro esenciales como: fenilalanina (5,42 g/100 g proteína), lisina (4,24 g/100 g proteína), isoleucina (4,13 g/100 g proteína), y treonina (3,88 g/100 g proteína). Estos compuestos intervienen en los procesos biológicos necesarios para la vida; mientras que ciertos aminoácidos no esenciales como el glutámico y aspártico, además de sus funciones biológicas, son importantes como resaltadores del sabor de los alimentos.

El perfil fitoquímico muestra la presencia abundante de triterpenos, esteroides y compuestos fenólicos, así como cantidades moderadas de cumarinas y catequinas, los cuales presentan efectos beneficiosos para las plantas y para la salud humana, muchos de estos poseen capacidad antioxidante, capaz de captar los radicales libres y prevenir enfermedades cardiovasculares o ciertos tipos de cáncer.

Las hojas de quinua, en estado crudo, presentan un considerable efecto antioxidante, atribuible a los flavonoides (113,09 mg quercitina/100 g), antocianinas (9,06 mg/100 g) y polifenoles (900,10 mg AGE/100 g); de ahí la importancia de consumirlas en estado crudo o máximo cocidas al vapor para conservar sus propiedades.

El perfil nutricional, de aminoácidos, fitoquímico y la capacidad antioxidante, muestran que las hojas de quinua ofrecen un interesante potencial en la nutrición y alimentación, pueden ser usadas en la preparación de diversas ensaladas, sopas, en platos fuertes y como materia prima para incursionar en una industria cambiante que quiere ofrecer un flujo continuo de nuevos productos para poder permanecer en el mercado y contribuir con ello al cambio de la matriz productiva.



## Bibliografía

- 1) AOAC (925.09). 1996. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, Inc. Arlington.
- 2) AOAC (940.26). 1997. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, Inc. Arlington.
- 3) AOAC (920.39). 1997. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, Inc. Arlington.
- 4) AOAC (955.39). 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, Inc. Arlington.
- 5) AOAC (920.86). 1987. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, Inc. Arlington.
- 6) Álvarez, E. 2010. Beneficio cardiovascular de algunos antioxidantes presentes en el Té. En Franco, D y Moure, Andrés. Antioxidantes naturales. Aspectos Saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, España, pp. 37-40.
- 7) Avalos, A.; Pérez, E.; Carril, U. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Universidad Complutense. Madrid. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145.
- 8) Botanical on-line. 2014. Verduras y hortalizas (Características de las verduras y hortalizas). El mundo de las plantas. Consultado el 9 de julio de 2014. Disponible en [www.botanical-online.com/verduras.htm](http://www.botanical-online.com/verduras.htm).
- 9) Botanical on-line. 2014. Treonina. El mundo de las plantas. Consultado el 15 de julio de 2014. Disponible en [www.botanical-online.com/treonina.htm](http://www.botanical-online.com/treonina.htm).
- 10) Botanical on-line. 2014. Isoleucina. El mundo de las plantas. Consultado el 15 de julio de 2014. Disponible en [www.botanical-online.com/isoleucina.htm](http://www.botanical-online.com/isoleucina.htm).
- 11) Brunenton, J. 1991. Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

- 12) Burgos, G; Muñoa, L; Sosa, P; Cayhualla, E, Sanchez C y Porras, E. 2012. Procedimientos de análisis químicos en papa. Laboratorio de Calidad y Nutrición del Centro Internacional de la Papa.
- 13) Cámara, M; Sánchez, M y Torija, M. 2003. Frutas y verduras, fuentes de salud. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. pp 84.
- 14) Cedano, I. 2009. El Uso creciente de los antioxidantes. Nutrición y Biotecnología para la salud. Granotec, Perú. 3p.
- 15) Cid, M. 2000. Hortalizas y verduras. En Astiasarán, I y Martínez A. Alimentos Composición y Propiedades. Mc Graw Hill. pp. 169-190.
- 16) Calvo, M y Mendoza, E. 2012. Toxicología de los Alimentos. Mc. Graw-Hill Interamericana. Editores. pp. 398-406.
- 17) De Fera, F. 2011. Caracterización de la composición fenólica y capacidad antioxidante del té (*Camellia sinensis*) en productos de diferentes marcas comercializadas en Chile. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. pp. 12-24.
- 18) Dos Santos, D.; Lara, E.; Bruno, A.; Jussara, V.; Alexéia, B.; De Oliveira, K. 2012. Biotecnología aplicada a la alimentación y salud humana. *Rev Chil Nutr* Vol. 39, N°3, septiembre 2012, pp. 94-98.
- 19) Escamilla, I.; Yane, E.; Guevara, J. 2009. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Revista Facultad de Medicina. UNAM.* Vol. 52. No. 2.
- 20) Fick, K; McDowell, L; Miles, P; Wilkinson, N; Funk, J y Conrad, J. 1979. Methods of minerals analyses for plant and animal tissue. Florida, United States: Animal Science Department University of Florida.
- 21) Galarza, S. 2010. Valor nutritivo y uso de las hojas de quinua en la formulación base para la elaboración de una sopa instantánea. Tesis de pre-grado. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. INIAP-Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 120p.

- 22) González, R; Rocha, N y Gallegos, J. 2012. Fitoquímicos Antioxidantes en Alimentos. En Antioxidantes en Alimentos y Salud. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A.C. México. 1ra edición. pp. 133-138.
- 23) Guapi, J. 2013. Caracterización bromatológica y fitoquímica de los granos y hojas del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y sangorache (*Amaranthus hybridus* L.). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- 24) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá – INCAP/OPS. 2000. Las verduras. Selección, preparación y conservación de alimentos. Cadena contenidos actualizados de nutrición y alimentación. Módulo 8.
- 25) Herrera, S; Panader, A; Cárdenas, L; Agudelo, N. 2012. Promoción de una alimentación saludable: experiencia en Tunja, Colombia. Artículo de investigación En Avances de Enfermería. Vol. XXX (1). pp. 55-63.
- 26) Instituto Tomás Pascual Sanz. 2010. Las proteínas. Suplemento III, Nº. 3.866. Consultado el 15 de julio de 2014. Disponible en [www.vivesanoescuela.es](http://www.vivesanoescuela.es)
- 27) Jacoby, E y Keller, I. 2006. La promoción del consumo de frutas y verduras en América Latina: buena oportunidad de acción intersectorial por una alimentación saludable. Revista Chilena de Nutrición. Vol 33, suplemento 1, Santiago. ISSN 0717-7518.
- 28) López, M. 2001. Saponósidos. Fitoterapia. OFFARM-ELSEVIER. Consultado el 15 de julio de 2014. Disponible en [www.defarmacia.com](http://www.defarmacia.com). pp. 124-128.
- 29) Maza, G. 2000. Alimentos funcionales. Editorial Acribia, Zaragoza, España. pp. 193-223.
- 30) Mínguez, M; Pérez, A; y Hornero, D. Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples “colorantes” naturales. AGROCSIC Departamento de Biotecnología de Alimentos. Instituto de la Grasa (CSIC). Sevilla. pp.6.
- 31) Miranda, M. 2012. Manual de tamizaje fitoquímico. Curso teórico práctico “Productos naturales con interés agrícola y farmacológico” Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. CIBE-ESPOL, Guayaquil. pp10.

- 32) Moreiras, O, Carbajal, A, Cabrera, L, Cuadrado, C. (2011). Tablas de Composición de los Alimentos. Ediciones Pirámide. Madrid, España. pp. 252-254.
- 33) Nutri-Facts. "s.f." Magnesio. Consultado el 9 de julio de 2014. Disponible en [www.nutri-facts.org](http://www.nutri-facts.org).
- 34) Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo Reducir los riesgos y promover una vida sana. 2002. Consultado el 18 de julio de 2014. Disponible en [www.who.int/whr/2002/es/index.html](http://www.who.int/whr/2002/es/index.html)
- 35) Quettier, N., Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrume sculentum Moench*) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*. pp 72, 35-42.
- 36) Ramírez, R. y López, J. 2010. Alimentos funcionales. Editorial Trillas. México, D.F. pp. 71-74.
- 37) Real Academia Española. 2001. Diccionario de la Lengua Española. 21ª ed. Espasa Calpe. Madrid.
- 38) Reyes, A; Galicia, M y Carrillo, M. 2011. Antioxidantes: La magia de lo natural. Revista académica de Investigación TLATEMOANI. N°.8. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México.
- 39) Rubio, C; González, D; Martín, R; Revert, C; Rodríguez, I y Hardisson, A. 2007. El zinc: oligoelemento esencial. Revista Nutrición Hospitalaria- Alimentos Funcionales, 22 (1), pag: 101-107.
- 40) Sendra, J y Carbonella, J. 1999. Evaluación de las propiedades nutritivas, funcionales y sanitarias de la cerveza, en comparación con otras bebidas. Centro de Información Cerveza y Salud. Madrid, España.
- 41) Silva, E. 2014. Efecto del procesamiento en el contenido de compuestos antioxidantes de los granos y hojas de quinua en la elaboración de un snack. Tesis previa para la obtención del título de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

- 42) Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la nutrición, segunda edición, Editorial Limusa, Lima. pp.23-45.
- 43) Tomás-Barberán, F. 2003. Los polifenoles de los alimentos y la salud. Alimentación, Nutrición y Salud. Murcia, España, Vol. 10, N° 2, pp. 41-53.
- 44) Vilaplana, M. 2004. Verduras y hortalizas fuentes naturales de antioxidantes. Ámbito Farmacéutico y Nutrición. Vol 23, N° 2. Consultado el 9 de julio de 2014. Disponible en [www.doymafarma.com](http://www.doymafarma.com).
- 45) Villacrés, E; Cuadrado, L y Falconi, F. 2013. Los granos andinos: chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.) quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) fuente de metabolitos secundarios y fibra dietética. Boletín técnico Nro. 165. Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP- Facultad de Ciencia de la Salud, UNACH. ISBN: 9942-07-56, p 15.
- 46) Villacrés, E.; Pástor, G.; Quelal, MB.; Zambrano, I.; Morales, Sh. 2013. Effect of processing on the content of fatty acids, tocopherols and sterols in the oils of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) and sangorache (*Amaranthus hybridus* L.). Journal of Food Science and Technology. Vol. 2(7), 12 p.
- 47) YSNOUT. 2009. Proteínas y aminoácidos: necesidades y funciones. YSONEWS. Boletín Trimestral de Laboratorios YSNOUT. N° 3, Barcelona, España. pp. 2.



#### **Misión del INIAP**

Generar y proporcionar tecnologías apropiadas, productos, servicios y capacitación especializados para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuarios, agroforestal y agroindustrial

#### **Misión del Departamento de Nutrición y Calidad**

Desarrollar y apoyar trabajos de investigación en calidad de alimentos y agroindustria. Promover acciones participativas de investigación, oferta, capacitación y servicio de análisis especializado, contando con la experiencia de un grupo, multidisciplinario de profesionales capacitados, equipos e infraestructura adecuada.

Gobierno Nacional de la República del Ecuador  
Econ. Rafael Correa Delgado  
Presidente Constitucional

Lcdo. Javier Ponce Cevallos  
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA

Dr. Juan Manuel Domínguez Andrade  
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP



**Mayor información:**  
**Departamento de Nutrición y Calidad**  
**Estación Experimental Santa Catalina – INIAP**  
**Panamericana sur Km1**  
**Teléfono: (593-2) 3007134, extensión 17**  
**Web: [www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)**  
**Quito-Ecuador**

ISBN: 978-9942-07-734-9

