

Chenopodium quinoa Willd.
¿Por qué nos interesa conocerla?

Trabajo de Fin de Grado en Farmacia:
Adriana Rodríguez Hernández

Curso: 2017-2018
Convocatoria: Junio

Facultad de Ciencias de la Salud. Sección Farmacia
Universidad de La Laguna



Tutor: Juan Ramón Acebes Ginovés

Cotutora: Irene Emilia La Serna Ramos

Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal.

Índice de abreviaturas

His: histidina

Ile: isoleucina

Leu: leucina

Lys: lisina

Met+Cys: metionina + cisteína

ND: no detectado.

Phe+ Tyr: fenilalanina + tirosina

Thr: treonina

Val: valina

Trp: triptófano

ABSTRACT

Chenopodium quinoa Willd. belongs to the Amaranthaceae family, and is native to South America, specifically the territories between Peru and Bolivia. It grows at altitudes of around 2000 and 3500 m.s., although it can also be developed at sea level.

Its cultivation dates back to pre-Inca periods, where it was considered valuable for its nutritional properties, in addition to its use for medicinal purposes; also as an anti-inflammatory, analgesic and disinfectant of the urinary tract, as well as in internal fractures or hemorrhage.

It has a high nutritional value due to an exceptional balance of nutrients, compared to other foods commonly used in a conventional diet, such as wheat, corn or rice.

In food, cooked seeds are consumed as a grain similar to rice, in flour or in different preparations such as cookies, bread, bars, drinks, baby food, etc.

However, to date, insufficient studies have been carried out to guarantee the safety and efficacy of quinoa. With the increasing current demand for products in the market, a greater number of research studies are expected to be available in the future.

RESUMEN

Chenopodium quinoa Willd. pertenece a la familia Amaranthaceae, y es originaria de América del Sur, concretamente de los territorios entre Perú y Bolivia. Crece a altitudes que rondan los 2000 y 3500 m.s.n.m, aunque también puede desarrollarse a nivel del mar.

Su cultivo se remonta a periodos preincaicos, donde era considerada valiosa por sus propiedades nutricionales, además de por su utilización con fines medicinales, como antiinflamatoria, analgésica y desinfectante del tracto urinario, así como en fracturas o hemorragias internas.

Posee un alto valor nutricional debido a un excepcional balance de nutrientes, en comparación con otros alimentos utilizados habitualmente en una dieta convencional, como el trigo, el maíz o el arroz.

En alimentación, se consumen las semillas cocinadas como un grano similar al arroz, en harina o también en diferentes preparaciones como galletas, pan, barritas, bebidas, alimentos infantiles, etc.

Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado los suficientes estudios que avalen la seguridad y eficacia de la quinoa. Con la creciente demanda actual de productos en el mercado, se espera que en un futuro se disponga de un mayor número de estudios de investigación.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS	5
4. RESULTADOS	6
4.1. Posición sistemática	6
4.2. Antecedentes históricos	7
4.3. Descripción	9
4.4. Distribución y ecología	10
4.5. Cultivo	10
4.6. Fitoquímica	14
4.7. Propiedades	19
4.8. Usos y modo de empleo	19
4.9. Aceptabilidad, seguridad y eficacia	22
5. CONCLUSIONES.....	23
6. BIBLIOGRAFÍA	24

1. INTRODUCCIÓN

Chenopodium quinoa Willd., *Sp. Pl.* ed. 4 1(2): 1301. 1789 llamada comúnmente “quinua”, “quinoa”, “quingua”, “triguillo”, “trigo inca”, “arrocillo”, “arroz del Perú”, “kinoa”, se conoce, generalmente como pseudo-cereal ya que no es miembro de la familia Poaceae (Gramineae), pero produce frutos secos indehiscentes (aquenios) que se pueden moler en harina y usar como cultivo de cereal. [1]

Aunque los principales países productores de quinoa son Perú, Bolivia y Ecuador, en la actualidad se está distribuyendo ampliamente su cultivo en muchas otras partes del mundo.

2. OBJETIVOS

La elección de esta planta, utilizada tradicionalmente en alimentación y en menor grado en medicina popular de sus países de origen, se debe a que sus propiedades nutricionales le han conferido gran importancia en la actualidad, viéndose ampliado su uso a otros muchos países.

Al tratarse de un producto en auge, su investigación y conocimiento son necesarios para optimizar y explotar su potencial de cara al futuro. Por ello, el objetivo de este trabajo es recopilar la mayor información posible sobre los estudios científicos existentes de esta planta para conocer mejor sus principios activos, propiedades, usos (tradicionales y actuales) y evaluar su eficacia y seguridad.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Al no tratarse de un trabajo experimental, para su realización, la información fue obtenida a través de los recursos disponibles en el Servicio de la Biblioteca ULL: catálogos y biblioteca digital (punto Q) en donde se encontró la mayor parte de la información. En la biblioteca del área de Botánica de la ULL consultamos varias publicaciones de carácter general, así como tratados más específicos de **Amaranthaceae** y **Chenopodiaceae**. También encontramos datos en webs de otras Universidades y otros motores de búsqueda on-line como PubMed.

Además, se buscó información en varios herbolarios, mercados, hipermercados, grandes superficies, farmacias y parafarmacias de Tenerife, Gran Canaria y La Palma (**Figura 1**).



Figura 1. Algunos de los herbolarios y tiendas de alimentación en donde se buscó información. A: Herbolario Triana en Las Palmas de Gran Canaria; B: Herbolario Hierbabuena en Santa Cruz de La Palma; C, D Aromas del Mundo y Herboristería Mil Variedades, ambas en el Mercado de Nuestra Señora de África de Santa Cruz de Tenerife. Fotos: A. Rodríguez Hernández.

4. RESULTADOS

4.1. Posición sistemática

Chenopodium quinoa Willd., *Sp. Pl.* ed. 4 1(2): 1301. 1789, es una planta anual dicotiledónea. En base al sistema de clasificación APG IV [2] y según J. W. Kadereit en Strasburger [3] su posición sistemática es la que se recoge en la **Tabla I**:

Reino	• <i>Plantae</i>
División	• <i>Streptophyta</i>
Subdivisión	• <i>Spermatophytina</i>
Clase	• <i>Magnoliopsida</i>
Subclase	• <i>Rosidae</i>
Orden	• <i>Caryophyllales</i>
Familia	• <i>Amaranthaceae</i>
Subfamilia	• <i>Chenopodioideae</i>
Género	• <i>Chenopodium</i>
Especie	• <i>Chenopodium quinoa</i>

Tabla I. Posición sistemática de *Chenopodium quinoa* Willd. [3,2]

4.2. Antecedentes históricos

La quinoa es uno de los cultivos andinos que se manejaron desde tiempos preincaicos. En la cuenca del lago Titicaca (entre los territorios de Bolivia y Perú), las culturas prehispánicas Lupaka e Inca, hace 3.000 a 5.000 años, domesticaron y mejoraron el cultivo de la quinoa, de tal manera que se considera el Centro de Origen principal de la quinoa.

Fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas hasta la llegada de los españoles, debido a que fue reemplazada por los cereales.

Se cree que los conquistadores, al descubrir las propiedades nutricionales de quinoa, prohibieron su cultivo para debilitar la resistencia de los incas.

Fue desplazada hacia tierras más altas, disminuyendo así su producción. [4]

Existen hallazgos arqueológicos en tumbas de Tarapacá, Calama y Arica, en Chile, y en diferentes regiones de Perú. Los primeros datos que se conocen acerca de la quinoa en España fueron aportados por Pedro de Valdivia y Garcilaso de la Vega, que describían cómo el envío de semillas de quinoa (**Figura 2**) a Europa había sido nefasta, posiblemente debido a la alta humedad durante la travesía en el mar.

Otros, como Cieza de León o Humboldt, hicieron referencia también al cultivo y utilización de la quinoa como alimento en la cultura indígena. [5, 6]



Figura 2. Semillas de quinoa

La primera descripción botánica que se conoce de la quinoa es debida al padre L.E. Feuillée en 1756-58, tal como se ve en la ilustración (**Figura 3**).

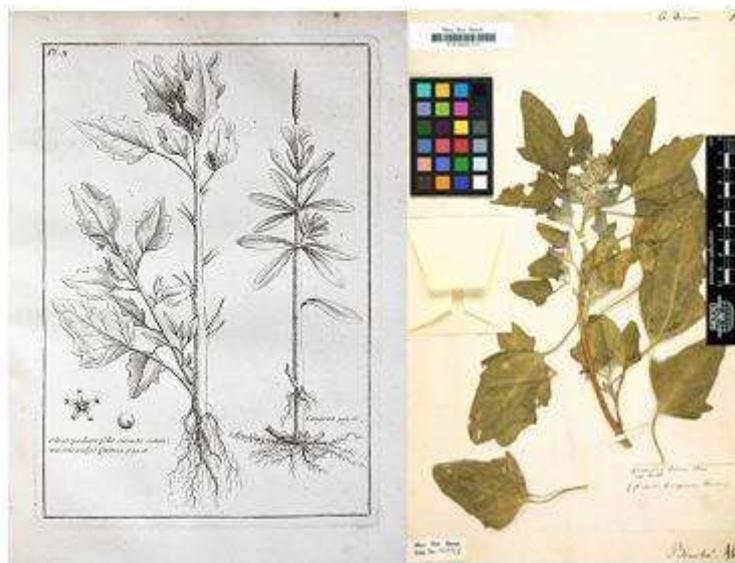


Figura 3.

Chenopodium quinoa, anonymous engraving. – Feuillée, *Journal des observations physiques, mathématiques et botaniques* 3: t. 10. 1725, Paris. – Berlin, Freie Universität, Universitätsbibliothek.

Figura 4.

Lectotype of *Chenopodium quinoa* – Berlin, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Herbar Willdenow (B-W 05340-01 0 [= B-Wild. 5340/1]
<http://data.bgbm.org/herbarium/BW05340010>).

También hay información sobre la quinoa en los trabajos de Ruiz, Pavón y Dombey en la “Real expedición botánica al virreinato del Perú” de 1777, los especímenes de herbario de quinoa fueron depositados en numerosos herbarios europeos.

Fue C.L. Willdenow, botánico alemán, quien en la 4ª edición de *Species Plantarum* de Linneo de 1789 describe la especie como *Chenopodium quinoa*, pero sobre material vivo cultivado y por lo tanto no hay material tipo en los herbarios y por eso Lack y Fuentes en 2013 designan un Lectotipo sobre material del herbario de Berlín de origen cultivado [7] (**Figura 4**).

4.3. Descripción

Planta herbácea, anual de 0,5 a 3,0 m de altura, verde, roja o púrpura, poco o nada ramificada. Hojas simples, esparcidas, pecioladas, de romboidales a lanceoladas, de 10 a 15 cm, de borde ondulado o lobulado-dentado; las jóvenes papilosas. Flores dispuestas en inflorescencias glomerulares agrupadas en panículas terminales o axilares, de 15-70 cm (**Figura 5**). Flores monoclamídeas, hermafroditas o unisexuales femeninas de perigonio pentámero sepaloideo, papiloso; en las hermafroditas androceo con cinco estambres de filamento corto y curvado, ovario con 2-3 estigmas; en las unisexuales solo perigonio y gineceo. Fruto en aquenio de c. 2 mm de diámetro, cubierto por el perigonio papiloso, que se desprende cuando seco; perigonio y fruto de color verde, púrpura o rojo. Semilla con perisperma delgado y de colores variables. [8]



Figura 5. Inflorescencias coloridas de quinoa

En la actualidad a pesar de los muchos taxones infraespecíficos descritos, la mayoría de los taxónomos consideran que todos éstos son sinónimos de *Chenopodium quinoa* y por lo tanto no consideran ningún taxón infraespecífico. [8]

Como seguimos la sistemática de APG IV, consideramos que el género **Chenopodium** está incluido en la familia **Amaranthaceae**, puesto que según estos autores la familia **Chenopodiaceae** no tiene diferencias suficientes para ser una familia independiente y por ello la tratan como subfamilia de **Amaranthaceae**. [2]

4.4. Distribución y ecología

La quinoa fue domesticada y cultivada entre 5000 y 3000 a.C. y por lo tanto su distribución y ecología es bastante difícil de precisar, parece ser originaria del altiplano boliviano y peruano. En la actualidad se desarrolla a altitudes que rondan los 2000 y 3500 m.s.n.m. [9]

4.5. Cultivo

Puede ser sembrada a nivel del mar, pero disminuye su período vegetativo, en comparación con la siembra en la zona andina. A pesar de esto, se obtiene un mayor potencial productivo a nivel del mar. [4] (**Figuras 6 y 7**)

Su cultivo constituye un gran potencial para las demandas agronómicas, ya que puede adaptarse para producir un alto rendimiento bajo condiciones adversas. [10]



Figura 6. Mujeres bolivianas en cultivo de quinoa



Figura 7. Cultivo y recolección de quinoa

Entre los años 2006 y 2016, Bolivia registró mayor área cosechada por quinoa, seguida de Ecuador y Perú. [6] (**Figura 10**)

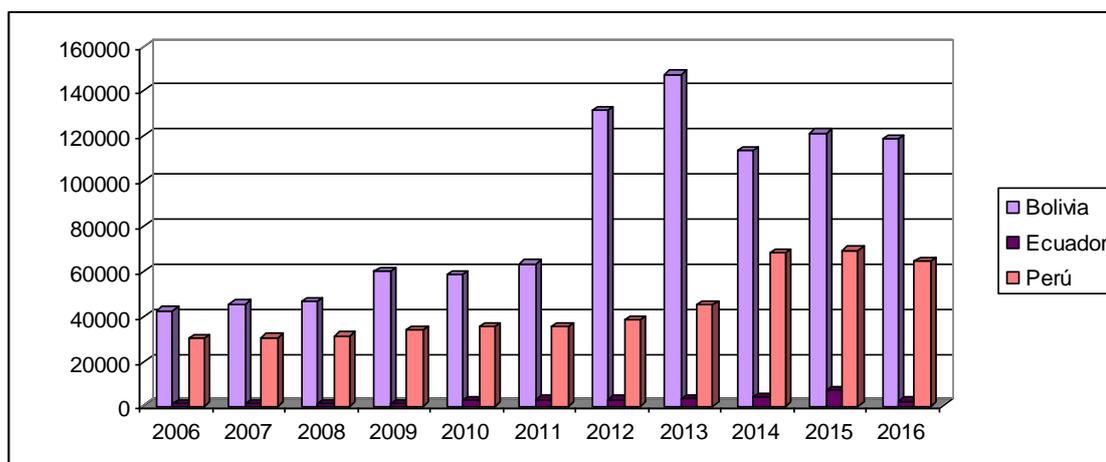


Figura 10. Área cosechada en ha entre los años 2006 y 2016. Datos de FAOSTAT. [6]

Otros países como Estados Unidos (Colorado y Nevada), Argentina y Canadá (praderas de Ontario), son también productores de esta planta, aunque su rendimiento es bastante menor. [6]

En España, existen diferentes empresas productoras de quinoa hoy en día. Algosur, es una empresa, radicada en Los Palacios y Villafranca (Sevilla) que ha sido capaz de adaptarla a las características agroclimáticas de la región, produciendo con eficiencia un grano comercial integral y de gran calidad biológica.

Actualmente, hay sembradas más de 1.000 ha de quinoa; la mayor superficie cultivada de toda Europa, llegando a producir en 2.017 unas 3.000 toneladas de este grano. [12]

Pero no es la única empresa española que cultiva quinoa. Alsur, en Antequera (Málaga), también ha apostado por el cultivo de este pseudocereal. [13]

En Canarias no conocemos ningún cultivo de esta planta, a pesar de que las condiciones ecológicas pudieran ser favorables. Tampoco conocemos que *Ch. quinoa* este citado para Canarias. [14]

El género *Chenopodium* recoge algunas especies de gran importancia cultivadas como plantas alimenticias, como son *Ch. pallidicaule* Aellen, *Ch. nuttalliae* Safford, *Ch. ambrosioides* L., y, naturalmente, *Ch. quinoa* Willd. [15,16]

Cultivares de *Ch. quinoa*

Los botánicos que han estudiado la taxonomía de *Chenopodium quinoa*, han establecido que se trata de una sola especie, a pesar de las amplias variaciones observadas en la morfología de la inflorescencia, el color del fruto, etc. [8] (Tabla II)

Ecotipo	Localización	Altitud (m)	Variaciones	Características
Del nivel del mar	Sur de Chile	<500	Chilenas	Ramificadas, semillas transparentes de color crema y amargas
De los valles	Valles interandinos	2000-4000	Blanca de Junín, Rosada de Juní, Amarilla de Matangani, Dulce de Quitopamba, Dulce de Lazo	Ramificadas, con período de crecimiento corto
Del Altiplano	Cercanas al lago Titicaca	3500-4000	Cheweca, Kancolla, Blanca de Julí	Plantas cortas con tallos rectos, resistentes a las heladas
De los salares	Sur de Bolivia	3700-3800	Real	Plantas con alto contenido en saponinas, adaptadas a suelos salados y alcalinos
De las yungas	Área subtropical de Bolivia	2500-3000		Plantas con intenso color verde, pequeñas hojas y semillas naranjas

Tabla II. Los ecotipos de *Ch. quinoa* están relacionados con su localización [17,18,19]

Existen distintos tipos comerciales, diferenciando el color de la semilla. Éstas son conocidas popularmente como quinoa blanca, roja y negra. (Figura 11)



Figura 11. Semillas de quinoa blanca, negra y roja

Plagas

Alrededor de 17 especies de insectos atacan al cultivo de quinoa. Entre los más importantes se encuentran la polilla de la quinoa (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) y el complejo ticonas (*Copitarsia turbata*, *Feltia* sp, *Heliiothis titicaquensis*, *Spodoptera* sp). (Figura 12)



Figura 12. Polilla de la quinoa y complejo ticonas. [11]

Otras especies como el hongo *Ascophyta hyalospora*, o bacterias del género *Pseudomonas*, también atacan a esta especie.

Se deben utilizar métodos de prevención de plagas como la rotación de cultivos, prácticas que reduzcan la humedad del suelo, el uso de variedades o genotipos resistentes, o la aplicación de sulfato de cobre. [11, 20]

4.6. Fitoquímica

La quinoa posee un alto valor nutricional. Es considerada como el único alimento del reino vegetal que contiene todos los aminoácidos esenciales.

Produce sensación de saciedad por su alto porcentaje de fibra dietética total. Esto favorece la eliminación de toxinas y residuos del organismo. [11]

Tiene un excepcional balance de proteínas, grasas, aceite y almidón. Contiene un mayor porcentaje de estos componentes que el trigo, y otros cereales. [21] (Tabla III).

En el grano, las hojas y las inflorescencias de quinoa, se encuentran las fuentes de proteínas de alta calidad. [5]

Nutrientes	Quinoa	Trigo	Maíz	Arroz blanco
Energía (kcal)	1.493	1.436	1.531	1.501
Agua (g)	13,3	9,6	10,4	11,7
Proteínas totales (g)	14,1	11,3	9,4	6,8
Grasas totales (g)	6,1	1,7	4,7	0,7
Carbohidratos disponibles (g)	57,2	63,7	67,0	79,7
Fibra dietética total (g)	7,0	12,2	7,3	0,6
Cenizas (g)	2,4	1,5	1,2	0,5

Tabla III. Comparación de componentes nutricionales de algunos cereales y la quinoa, por cada 100 g de porción comestible. [21]

4.6.1. Carbohidratos, lípidos, proteínas

Según diferentes estudios, posee una calidad nutricional importante. (Tabla IV)

Componentes Principales	De Bruin (1963)	Dini et al. (1992)	Koziol (1992)	Wright et al (2002)	Mujica (2008)
Proteínas	15,6	12,5	16,5	16,7	9,1
Grasas	7,4	8,5	6,3	5,5	2,6
Carbohidratos	69,7	60,0	69,0	74,7	72,1
Fibra	2,9	1,92	3,8	10,5	3,1
Ceniza	3,0	3,7	3,8	3,2	2,5

Tabla IV. Comparación de distintos estudios de los componentes principales de *Chenopodium quinoa*. (g/100 g). [22]

El ácido linoleico es uno de los ácidos grasos poliinsaturados más abundantes identificados en la quinoa. (Tabla V) [22]

Ácidos grasos	Koziol (1992)	Ruales y Nair (1993)	Repo-Carrasco et al. (2003)
Oleico	23.3	24.8	26.0
Linoleico	53.1	52.3	50.2
Linolénico	6.2	3.9	52.3

Tabla V. Comparación de distintos estudios de la composición de ácidos grasos insaturados en *Chenopodium quinoa*. [22]

El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinoa es superior al trigo, cebada y soja, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. [5]

El contenido de algunos aminoácidos, como la lisina, metionina y cisteína, es más elevado en algunos cereales y leguminosas. [9, 23] (Tabla VI)

Aminoácidos	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Leche
Arg	6,8	4,5	6,9	4,2	3,7
Phe	4,0	4,8	5,0	4,7	1,4
His	2,8	2,1	2,1	2,6	2,7
Ile	7,1	4,2	4,1	4,0	10
Leu	6,8	6,8	8,2	12,5	6,5
Lys	7,4	2,6	3,8	2,9	7,9
Met	2,2	1,4	2,2	2,0	2,5
Thr	4,5	2,8	3,8	3,8	4,7
Trp	1,3	1,2	1,1	0,7	1,4
Val	3,4	4,4	6,1	5,0	7,0

Tabla VI. Comparación del contenido en aminoácidos en distintos alimentos (g/100 g de proteína) [24]

4.6.2. Minerales y vitaminas

En cuanto a la composición en minerales, la quinoa tiene un alto contenido de Ca, Mg, Fe, Cu y Zn. (**Tabla VII**).

Además, siempre que se encuentren en sus formas biodisponibles, los niveles de calcio, magnesio y potasio, serán suficientes en una dieta humana equilibrada. [22]

Minerales	Koziol (1992)	Ruales y Nair (1993)	Repo-Carrasco et al. (2003)	Dini et al. (2005)	Bhargava et al. 10 (2006)	Sanders (2009)
Ca	1.487	874	940	275	1.274	565
P	3.837	5.300	1.400	4.244	3.869	4.689
Mg	2.496	260	2.700	ND	ND	1.760
Fe	132	81	168	26	20	14
Zn	44	36	48	27,5	48	28
K	9.267	12.000	ND	75	6.967	11.930
Cu	51	10	37	ND	ND	2

Tabla VII. Comparación de distintos estudios de la composición de minerales en la especie *Chenopodium quinoa*. [22]

Las concentraciones de algunos minerales, son elevadas con respecto a otros granos. [16] (**Tabla VIII**)

Minerales	Quinoa	Trigo	Cebada	Avena	Centeno	Arroz
Ca	94	48	52	94	49	15
Mg	270	152	145	138	138	118
Na	11,5	4	49	28	10	30
P	140	387	356	385	428	260
Fe	16,8	4,6	4,6	6,2	4,4	2,8
Cu	3,7	0,6	0,7	0,5	0,7	0,4
Zn	4,8	3,3	3,1	3,0	2,0	1,8

Tabla VIII. Comparación del contenido de minerales en la quinoa y determinados cereales (mg/100 g de materia seca). [16]

Esta planta es también rica en α -caroteno y niacina. Contiene cantidades apreciables de tiamina, ácido fólico y vitamina C, comparando los contenidos de vitaminas de la quinoa con algunos cereales como arroz, cebada y trigo; concluyen que la quinoa contiene sustancialmente más riboflavina, α -tocoferol y caroteno que estos cereales.

El contenido de vitamina E en la quinoa es significativamente importante, ya que dicha vitamina actúa como antioxidante a nivel de membrana, y actúa protegiendo los ácidos grasos presentes en ella del daño causado por los radicales libres. [22] (**Tabla IX**)

Vitaminas	Koziol (1992)	Ruales y Nair (1993)
Ácido ascórbico (C)	4,0	16,4
α-tocoferol	5,37	2,6
Tiamina (B1)	0,38	0,4
Riboflavina (B2)	0,39	ND
Niacina (B3)	1,06	ND

Tabla IX. Comparación de distintos estudios de la composición de vitaminas en la especie *Chenopodium quinoa*. [22]

4.6.3. Otros componentes

Betaína

El consumo de betaína (**Figura 13**) puede ser beneficioso, ya que convierte la homocisteína en metionina. La hiperhomocisteinemia es un factor de riesgo de arterosclerosis coronaria, cerebral, periférica y aórtica.

La quinoa cocida contiene, aproximadamente 1.310 µg/g – 2.000 µg/g. [25,26]

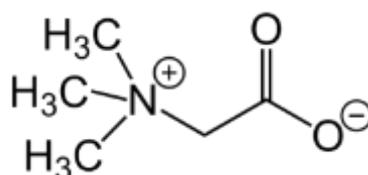


Figura 13. Estructura química de la betaína

Carotenoides

Son pigmentos orgánicos que se encuentran en los cloroplastos y cromoplastos de las plantas, presentan actividad antioxidante.

El contenido total de carotenoides en las semillas de quinoa blanca, roja y negra son 11,87, 14,97 y 17,61 µg/g, respectivamente. El β-caroteno contenido en las hojas de quinoa varía de 4,3 µg/g – 19,5 µg/g. [25, 27]

Isoflavonas

Son compuestos orgánicos que influyen en el metabolismo de hormonas sexuales y en la actividad biológica a través de enzimas intracelulares, síntesis de proteínas, acciones del factor de crecimiento, proliferaciones de células malignas, diferenciación y angiogénesis.

La quinoa contiene las isoflavonas daidzeína y genisteína (**Figura 14**), que actúan como antagonistas de la contracción de los vasos y reducen la resistencia arterial. [25]

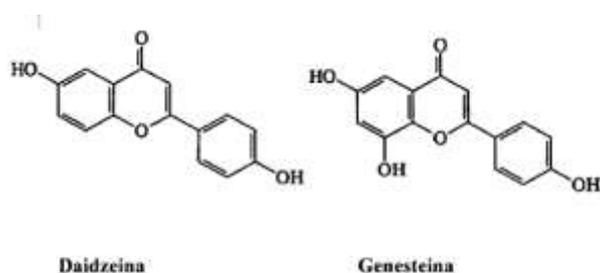


Figura 14. Estructuras de las isoflavonas daidzeína y genisteína

Polifenoles

Son compuestos orgánicos naturales con más de un grupo fenol por molécula, que se encuentran comúnmente en alimentos vegetales y representan los antioxidantes más abundantes encontrados en la dieta humana.

El contenido fenólico total depende del color de la semilla; siendo las más oscuras las de mayor concentración fenólica. [25, 28, 29]

Saponinas

Chenopodium quinoa contiene saponinas que pueden causar irritación gástrica, aunque fácilmente podrían eliminarse lavando el grano a fondo con agua fría.

Las saponinas aisladas podrían tener beneficios para salud, como actividad antiinflamatoria, reducción de los niveles de colesterol, u otras actividades antitumorales y antioxidantes. Su contenido varía entre 0,1% y 5%.

Además también se ha relacionado con la mejora de absorción del fármaco a través de las propiedades de la mucosa.

Estas saponinas se encuentran en las capas externas de la semilla, e incluyen una mezcla compleja de glucósidos triterpénicos. (**Figura 15**)

Actualmente se han detectado al menos 16 saponinas diferentes en *Ch. quinoa*. [25, 30]

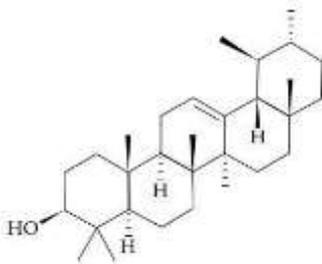


Figura 15. Estructura de la β -amirina, esqueleto base de las saponinas identificadas en quinoa [32]

4.7. Propiedades

Debido a su importante valor nutricional, el consorcio Healthgrain, ha incluido a *Chenopodium quinoa*, en su lista de granos saludables.

Tiene un bajo índice glucémico, lo que la vuelve apta para el consumo por personas diabéticas, ya que produce una mejora de la sensibilidad a la insulina; esto es debido a su alto contenido en fibra y su mayor aporte proteico en relación con otros cereales. [6, 22]

Los granos de quinoa pueden enriquecer notablemente las dietas de personas con enfermedad celiaca, debido a la ausencia de gluten en su composición; también es un alimento interesante para los intolerantes a la lactosa, debido a sus niveles de proteína, similares a la calidad de la caseína de la leche.

Su contenido en aminoácidos esenciales la convierte en un alimento excelente también para los consumidores vegetarianos. [9, 10, 22, 32]

La quinoa contiene dos fitoestrógenos (daidzeína y genisteína), que ofrecen una ventaja sobre otros alimentos vegetales para la nutrición humana, previniendo la osteoporosis y muchas de las alteraciones orgánicas y funcionales que se ocasionan por la falta de estrógenos durante la menopausia. Además favorece la adecuada actividad metabólica del organismo y la correcta circulación de la sangre. [11]

Su consumo también es beneficioso para la regulación de los niveles de colesterol en la sangre, debido a su contenido en fibra y lípidos insaturados, que favorecen el perfil lipídico en el organismo. [22]

Los ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoléico en un 50,2% y el ácido linolénico en un 4,8%) que contiene, tienen efectos muy positivos sobre la enfermedad cardiovascular, reforzados a su vez por la presencia de aminoácidos como la prolina o el ácido aspártico, que protegen y mantienen el sistema cardiovascular. [11, 22]

Las semillas de quinoa contienen importantes concentraciones fenólicas, flavonoides y saponinas, lo que demuestra que son muy ricas en compuestos bioactivos y con actividad antioxidante y antimicrobiana.

Esta actividad antioxidante se ve consolidada por la vitamina E y los ácidos grasos ω -3.

Las semillas con mayor actividad antioxidante, serán las de mayor concentración fenólica, por lo que serán las de color más oscuro. [10, 22, 27, 28, 29]

4.8. Usos y modo de empleo

En la antigüedad, se utilizaba para preparar una bebida sagrada (Mudai), que fue prohibida por la Iglesia Católica. [25]

Además, también se ha informado el empleo de la planta con fines de medicinales; para tratar la inflamación, como analgésica y desinfectante del

tracto urinario. También en fracturas y hemorragias internas, o como repelente de insectos. [15]

Actualmente, la quinoa es utilizada, bajo diferentes presentaciones, en la industria alimentaria (**Figuras 16, 17 y 18**). Es cocinada tradicionalmente como un grano similar al arroz, o molido en harina y hecho en pasta y panes. [9]



Figura 16. Distintos productos encontrados en el mercado que contienen quinoa. **A:** Bolitas de quinoa con agave y coco; **B:** Harina de quinoa Real; **C:** Tostadas ligeras de quinoa; **D:** Tortitas de Arroz y Quinoa.



Figura 17. Otros de los productos comercializados con quinoa. **A:** Sopa de quinoa ecológica; **B:** Quinoa blanca y roja preparadas en 1 minuto; **C:** Semillas de quinoa blanca, negra y roja; **D:** Galletas de quinoa ecológicas.

Comercialmente, también se puede encontrar en productos como cereales, galletas, bebidas, alimentos para bebés, etc. Las hojas frescas y los brotes tiernos se comen crudos en ensaladas, o cocinados como vegetal. [25]



Figura 18. Productos más innovadores que contienen quinoa

La quinoa es consumida por los astronautas, debido a su versatilidad para satisfacer las necesidades de los humanos durante las misiones en el espacio. [33] (**Figura 19**)



Figura 19. La quinoa llega hasta la NASA

La excelente estabilidad de congelación-descongelación de su grano, lo convierte en un espesante ideal en alimentos congelados, y otras aplicaciones donde se desea resistencia a la retrogradación. [22]

El almidón de la quinoa tiene propiedades fisicoquímicas que le otorgan propiedades funcionales con usos novedosos, como pueden ser viscosidad o estabilidad al congelamiento. [34]

En la actualidad, la industria alimentaria se enfrenta a una tremenda presión por parte de los consumidores para aumentar la seguridad, lo que ha provocado un mayor uso de conservantes químicos para evitar el crecimiento de microorganismos transmitidos por los alimentos.

La reducción o eliminación de aditivos sintetizados químicamente a partir de los alimentos es una demanda actual en todo el mundo. Un nuevo enfoque para prevenir la proliferación de microorganismos o proteger los alimentos de la oxidación es el uso de compuestos como conservantes. [10]

4.9. Aceptabilidad, seguridad y eficacia

Los estudios para evaluar la aceptabilidad, seguridad y eficacia de *Chenopodium quinoa* son escasos.

Se han realizado varios ensayos para la valoración de la quinoa como posible alimento para celíacos.

En uno de ellos se utilizaron 12 cultivares de la planta procedentes de varios países y los sometieron a pruebas in vitro.

En otro estudio, sometieron a 19 pacientes celíacos a evaluación, consumiendo 50 g de quinoa todos los días durante 6 semanas.

Finalmente, en ambos estudios se confirmó que la consumición de quinoa es segura para dicha enfermedad, aunque debe prestarse especial atención a la posible contaminación cruzada con el gluten de los cereales, además de confirmar que no hubiera otros posibles efectos a largo plazo. [35, 36]

La inclusión de la quinoa en alimentos infantiles, se ha dictaminado como positiva, debido a que pueden desempeñar un papel en la reducción de la desnutrición infantil. Ésto se observó en un grupo de niños de 50 a 65 meses de familias de bajos ingresos en Ecuador. [37]

Algunos estudios intentaron probar la relación entre el consumo de quinoa y el crecimiento del cabello, aunque finalmente no se establecieron evidencias concluyentes. [32]

También se realizaron estudios en los que demostraron que la quinoa puede reducir el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y que modula beneficiosamente los parámetros metabólicos en el síndrome posmenopáusico. [37]

Por otro lado, se ha investigado la posibilidad de sustituir parcialmente la malta de la cebada por quinoa en la cerveza con el objetivo de desarrollar nuevas características sensoriales. [38]

5. CONCLUSIONES

Comparando la composición fitoquímica de *Ch. quinoa* con la de algunos cereales y otros alimentos, se pudo observar que posee un valor nutricional excelente que la hace apta no sólo para cualquier dieta equilibrada, sino también para dietas terapéuticas.

Supone un aporte de proteínas de alta calidad, que beneficia a la población vegetariana y también a los pacientes diabéticos, debido a que parece mejorar la sensibilidad a la insulina.

Carece de gluten, lo que la hace un alimento completo para celíacos.

Previene las alteraciones orgánicas y funcionales que sufren las mujeres menopáusicas, ya que contiene fitoestrógenos.

Además de otras propiedades que han hecho que este pseudocereal haya adquirido una gran importancia a nivel de la industria alimentaria.

Sin embargo, actualmente no se disponen de los estudios suficientes que avalen su eficacia y seguridad. Se espera que debido a que se está prestando especial interés en “superalimentos” como la quinoa, que en un futuro próximo se elaboren estudios científicos que corroboren sus beneficios, así como sus efectos adversos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. National Research Council (US). Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington, DC: The National Academies Press;1989 p.159-161.
2. Stevens PF. Angiosperm Phylogeny Website. [Internet]. Versión 14, July 2017. 2001. [consultado 04 de marzo de 2018] Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
3. Sitte PW, Weiler EW, Kadereit J, Bresinsky A, Körner C editors. Strasburger Tratado de Botánica. 35ª edición ed. Barcelona: Omega; 2004.
4. Espinoza Montesinos EA. Adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al cambio climático en los Andes del Perú. Rev del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. 2016; 19: 15-23. Disponible en:<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/12950/11567>
5. Quispe Sánchez EL. Evaluación del rendimiento de *Chenopodium quinoa* Willd. variedad blanca Junín en Chugay, Sánchez Carrión, La Libertad. Biblioteca Digital-Dirección de Sistemas de Informática y Comunicación. 2016.
6. FAO [Sede web] [Consultado 27 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa/es/>
7. Lack HW, Fuentes S. The discovery, naming and typification of *Chenopodium quinoa* (*Chenopodiaceae*). Botanic Garden and Botanical Museum Berlin (BGBM). Willdenowia. 2013; 43(1): 143-149.
8. Tapia M, Gandarillas H, Alandría S, Cardozo A, Mujica, A. Quinoa y la kañiwa: cultivos andinos. Bogotá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) e Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA); 1979.
9. Repo-Carrasco-Valencia RAM, Serna LA. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of a dietary fiber and other functional components. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas. 2011; 31(1): 225-230.
10. Miranda M, Delatore-Herrera J, Vega-Gálvez A, Jorquera E, Quispe-Fuentes I, Martínez EA. Antimicrobial Potential and Phytochemical Content of Six Diverse Sources of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) Agricultural Sciences, 2014; 5: 1015-1024. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4236/as.2014.511110>
11. FAO. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 2011. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf
12. Algosur [Sede web] [Consultado 22 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.algosur.es/es/>

13. Alsur [Sede web] [Consultado 22 de marzo de 2018] Disponible en: <http://www.alsurvegetales.com/>
14. Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (coord.) 2010. Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. Gobierno de Canarias. Disponible en: http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/descargas/Biodiversidad/Listas-Especies/Lista_Especies_Silvestres.pdf
15. Bhargava A, Srivastava S. Quinoa: Botany, Production and Uses. India; CABI; 2013. p. 4-20.
16. Mujica A, Jacobsen SE. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006; 449-457.
17. Gómez L, Castellanos E. Guía de cultivo de la quinua. 2ª ed. Perú; 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
18. Apaza V, Cáceres G, Estrada R, Pinedo R. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Perú; 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>
19. Jancurová M, Minarovičová L, Dandár A. Quinoa-a Review. Czech J. Food Sci. 2009; 27: 71-79.
20. Haros CM, Schoenlechner R. Pseudocereals: Chemistry and Technology. Reino Unido: Wiley Blackwell; 2017.
21. Nowak V, Du J, Charrondièrè UR. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Food Chemistry. 2016; 193: 47-54.
22. Vega Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. J Sci Food Agric. 2010; 90(15): 2541-7.
23. Mota C, Santos M, Mauro R, Samman N, Matos AS, Torres D, et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. Food Chemistry. 2016; 193: 55-61.
24. Maldonado P. Embutidos fortificados con proteína vegetal a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial. 2010.
25. Gordillo-Bastidas E, Díaz-Rizzolo DA, Roura E, Massanés T, Gomis R. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. J Nutr Food Sci. 2016; 6:3.

26. Suárez I, Gómez JF, Ríos JJ, Barbado JF, Vázquez JJ. La homocisteína. ¿El factor de riesgo vascular del próximo milenio?. An.Med. Interna. 2001; 18(4): 211-217.
27. Tang Y, Li X, Chen PX, Zhang B, Hernández M, Zhang H, et. al. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. Food Chemistry. 2015; 174: 502-508.
28. Brend Y, Galili L, Badani H, Hovav R, Galili S. Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red and Yellow Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds as Affected by Baking and Cooking Conditions. Food and Nutrition Sciences. 2012; 3: 1150-1155.
29. Tang Y, Li X, Zhang B, Chen PX, Liu R, Tsao R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. Food Chemistry. 2015; 166: 380-388.
30. Murphy KM, Matanguihan JB. Quinoa: Improvement and Sustainable Production. Canadá; 2015.
31. Ahumada A, Ortega A, Chito D, Benítez R. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm. 2016; 45(3): 438.
32. Peñas E, Uberti F, di Lorenzo C, Ballabio C, Brandolini A, Restani P. Biochemical and Immunochemical Evidences Supporting the Inclusion of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a Gluten-free Ingredient. Plant Foods Hum Nutr. 2014; 69: 297-303.
33. FAO. La quinua cruza la frontera del espacio exterior. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/283431/>
34. Abugoch JLE. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Adv. Food Nutr Res. 2009; 58: 1-31.
35. EFSA. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to *Chenopodium quinoa* L. and maintenance of hair (ID 2746) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal. 2009; 7(9): 1285.
36. Zevallos VF, Herencia L, Chang F, Donnelly S, Ellis HJ, Ciclitira PJ. Gastrointestinal effects of eating quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd. In celiac patients. Am J Gastroenterol; 109 (2): 270-8.
37. Graf BL, Rojas-Silva P, Rojo LE, Delatorre-Herrera J, Baldeón ME, Raskin I. Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Compr. Rev. Food Saf. 2015; 14(4): 431-445.
38. Kordialik-Boracka E, Bogdan P, Pielech-Przybylska K, Michalowska D. Suitability of unmalted quinoa for beer production. J Sci Food Agric. 2018.