

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y
DIETÉTICA



EFFECTOS SALUDABLES DE LOS PSEUDOCEREALES

AUTOR: CHANCAHUAÑA ALVA CESY MARIVEL
DNI: Y0165927L

TUTOR: ALEIXANDRE DE ARTIÑANO, MARÍA AMAYA

Departamento de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad Complutense de Madrid

COTUTOR: MIGUEL CASTRO, MARTA

Departamento de Bioactividad y Análisis de Alimentos
Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Curso Académico 2017 /2018

Convocatoria de junio

A mi Familia

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a varias personas por el apoyo que me han brindado durante estos años de estudio en la universidad. Entre ellas, y, en primer lugar, a mis tutoras del Trabajo Fin de Grado, Dra. Amaya Aleixandre y Dra. Marta Miguel, por su paciencia, su valiosa dirección y por todo lo que me han enseñado estos meses.

A mi familia, porque gracias a su cariño y apoyo he logrado terminar mis estudios profesionales que es el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual viviré eternamente agradecida.

Por último, a Eduardo, por creer en mí y por animarme a seguir estudiando a pesar de las circunstancias y el tiempo.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE

Página

RESUMEN

ABSTRACT

ABREVIATURAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Definición y generalidades	1
1.2. Importancia de los pseudocereales	2
2. OBJETIVO	3
3. PRINCIPALES PESUDOCEREALES	4
3.1. QUINUA	4
3.1.1. Origen	4
3.1.2. Valor nutricional, producción y consumo	5
3.2. AMARANTO	8
3.2.1. Origen	8
3.2.2. Valor nutricional, producción y consumo	9
3.3. KAÑIWA	11
3.3.1. Origen	11
3.3.2. Valor nutricional, producción y consumo	12
3.4. TRIGO SARRACENO	14
3.4.1. Origen	14
3.4.2. Valor nutricional, producción y consumo	14
4. METODOLOGÍA	16
5. DISCUSIÓN	17
5.1. LOS PSEUDOCEREALES EN EL MOMENTO ACTUAL.	17
5.1.1. La quinua en el momento actual	19
5.1.2. El amaranto en el momento actual	23
5.1.3. La kañiwa en el momento actual	25
5.1.4. El trigo sarraceno en el momento actual	26
5.1.5. Componentes bioactivos de los pseudocereales	28
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
7. BIBLIOGRAFÍA	33

RESUMEN

Fundamento. En las dos últimas décadas, ha aumentado el interés por investigar alimentos subexplotados. Entre los alimentos subexplotados se encuentran los pseudocereales, plantas que no pertenecen a la familia de los cereales, pero que tienen propiedades y usos semejantes a ellos, y que han consumido las poblaciones antiguas durante cientos de años.

Objetivo. Investigar y revisar la información existente en el momento actual sobre los siguientes pseudocereales: la quinua, el amaranto, la kañiwa y el trigo sarraceno.

Material. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos: Web of Science, Dialnet, Google Académico y Pubmed. Criterios de inclusión: tiempo (publicaciones de los últimos 20 años) y áreas de investigación (nutrición y dietética, endocrinología y metabolismo, ciencia y tecnología de los alimentos).

Resultados. La composición nutricional de los pseudocereales es poco común entre los productos de origen vegetal, pues presentan un alto contenido proteico, que destaca no solo por la cantidad, sino también por su calidad. Los pseudocereales contienen además elevadas proporciones de fibra y aceites vegetales, especialmente la kañiwa, y todo ello los convierte en alimentos altamente nutritivos. Estos alimentos también se pueden considerar alimentos funcionales por su alta concentración en compuestos bioactivos, tales como carotenoides, compuestos fenólicos y tocoferoles. En conclusión, si se tienen en cuenta todos estos aspectos, son excelentes las ventajas nutricionales, funcionales y tecnológicas que los pseudocereales pueden ofrecer, y por ello estos vegetales deberían formar parte de la alimentación diaria de la población en todo el mundo.

Palabras clave: amaranto, compuestos bioactivos, kañiwa, proteínas, pseudocereales, quinua, trigo sarraceno,

ABSTRACT

Basis. The interest in the research about underexplored foods has increased in the last two decades. Pseudocereals, plants that do not belong to the family of cereals, but that have properties and uses similar to them, stand out among underexplored foods. Pseudocereals have been consumed by the ancient populations for hundreds of years.

Objective. To investigate and to review the current information of the following pseudocereals: quinoa, amaranth, kañiwa and buckwheat.

Material. A bibliographic search was made by using the following databases: Web of Science, Dialnet, School Google and Pubmed. Inclusion criteria: time (publications of the last 20 years) and research areas (nutrition and dietetics, endocrinology and metabolism, science and food technology).

Results. The nutritional composition of pseudocereals is uncommon among products of vegetable origin, as they have a high protein content, which stands out not only for the quantity, but also for its quality. Pseudocereals, and in particular kañiwa, also contain high proportions of fiber and vegetable oils, which makes them foods with high nutritional value. Pseudocereals are also considered functional foods, due to their high content of bioactive compounds, such as carotenoids, phenolic compounds and tocopherols. In conclusion, nutritional, functional and technological advantages of pseudocereals should be accepted worldwide, and these vegetables should be considered as part of the daily diet of world population.

Key words: amaranth, bioactive compounds, buckwheat, kañiwa, proteins, pseudocereals, quinoa.

ABREVIATURAS

- ALADI** Asociación Latinoamericana de Integración.
- FAO** Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
- NAS** National Academy of Sciences (Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América América).
- NASA** National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio en América).
- ONU** Organización de las Naciones Unidas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición y generalidades

Los alimentos subexplotados podrían definirse como aquellos alimentos que durante años formaron parte de la dieta de distintas poblaciones, pero que fueron desplazados a principios del siglo pasado por otros alimentos que prevalecen en la dieta de la población mundial. Entre los alimentos subexplotados se encuentran los pseudocereales, plantas que no pertenecen realmente a la familia de los cereales, pero que tienen propiedades y usos semejantes a ellos. Teniendo en cuenta el crecimiento demográfico que se prevé para los próximos años, y que se estima que en el año 2050 habrá una población de 9.700 millones de personas en el mundo¹, se ha postulado recientemente la idea de que el cultivo de pseudocereales puede ser fundamental para la seguridad alimentaria. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, mundialmente conocida como FAO por las siglas de su nombre en inglés (Food and Agriculture Organization), la seguridad alimentaria se consigue cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos, como para satisfacer sus necesidades y preferencias alimentarias de cara a una vida activa y sana². De hecho, los pseudocereales pueden tener un alto potencial alimentario, no solo desde el punto de vista nutricional en países donde la población no tiene acceso a alimentos proteicos de alto valor biológico, sino también desde un punto de vista socioeconómico cuando la producción de alimentos es limitada, y desde un punto de vista medioambiental porque favorecen la mejora y diversidad en el uso de los recursos naturales.

Desde el punto de vista botánico, los pseudocereales son plantas dicotiledóneas y, por consiguiente, no son cereales (monocotiledóneas)³, pero reciben ese nombre porque sus semillas y granos poseen características propias de los cereales, ya que, al igual que estos, son ricos en almidón, y presentan además una textura, palatabilidad y forma de cocinado similares a las de los cereales.

La quinua, el amaranto y la kañiwa (en adelante, pseudocereales andinos) se cultivaban tradicionalmente en el área andina. Estos pseudocereales se utilizaban en la alimentación de los pueblos antiguos de Sudamérica como un alimento básico. Después de la conquista española, disminuyó el cultivo de estos alimentos, para dar paso a cereales como el trigo y la cebada. Por su parte, el alforfón, o trigo sarraceno, tiene su origen en Asia Central, y llega a Europa Central y Oriental a través de poblaciones nómadas. En el siglo XIII, el cultivo de trigo sarraceno alcanzó cierta importancia en Alemania, Austria e Italia, y posteriormente disminuyó debido al cultivo de algunos cereales³.

1.2. Importancia de los pseudocereales

Por sus características agronómicas y su adaptabilidad ecológica a las condiciones adversas, así como por su alto valor nutritivo, los pseudocereales andinos no solo tienen importancia económica en el momento actual, sino también social, ecológica, nutricional y funcional⁴. Los pseudocereales andinos, en la actualidad denominados “granos de oro” por su alto valor nutritivo, se consideran *“alimentos del pasado para la gente del futuro”*. A partir de las investigaciones realizadas por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América (“National Academy of Sciences” = NAS), la quinua y el amaranto se han clasificado como los mejores alimentos de origen vegetal para los seres humanos, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio en América (“National Aeronautics and Space Administration” = NASA) seleccionó por ello estos alimentos para formar parte de la dieta de los astronautas en los vuelos espaciales. La proteína de la quinua, kañiwa y amaranto es de buena calidad, con un balance adecuado de aminoácidos esenciales, como la lisina, que juega un papel importante en el desarrollo del cerebro y en el crecimiento. Además, estos granos contienen vitaminas como la niacina (Vitamina B3), y minerales como calcio, fósforo y hierro. De hecho, estos granos pueden proporcionar el aporte sustancial de estos nutrientes que requiere diariamente una persona adulta⁴.

La quinua se cultiva en zonas áridas y semiáridas de los Andes, pero presenta una gran adaptabilidad, y se puede cultivar tanto en zonas situadas a nivel del mar, como en zonas altas que pueden alcanzar hasta los 4000 metros de altura. En 2008, la producción de quinua en Bolivia y Perú representaba el 92% de la producción mundial, le seguían Estados Unidos, Ecuador, Argentina y Canadá, que representaban el 8% restante⁵. Hoy en día, el cultivo de quinua se ha extendido a más de 70 países.

No existe información sobre la producción de kañiwa y amaranto en la base de datos estadísticos de la FAO, pero estos pseudocereales se consideran también cultivos comerciales de interés para la alimentación humana. Por otra parte, en la actualidad, existe un incremento en la demanda de alforfón, principalmente porque ha aumentado mucho la elaboración de productos con este pseudocereal para dietas sin gluten. En 2006, China era el mayor productor de alforfón, pero hoy en día el mayor productor es Rusia. Se cultivan aproximadamente 2,4 millones de hectáreas de este pseudocereal en todo el mundo⁶. La importancia del cultivo de alforfón radica en sus múltiples usos: los brotes tiernos se comen como las hortalizas de hoja; las hojas verdes tienen propiedades medicinales y, finalmente, los granos se emplean para preparar harina de trigo sarraceno para consumo humano y para fabricar piensos para el ganado⁷.

Expondremos a continuación con más detalle el origen, el valor nutricional, la producción y el consumo de los pseudocereales que consideramos más importantes: quinua, amaranto, kañiwa y trigo sarraceno o alforfón.

2. OBJETIVO

Los pseudocereales están catalogados en la actualidad como alimentos para regímenes especiales o propios de determinadas dietas, debido todo ello a la falta de información y promoción que existe en el momento actual sobre los mismos. Con el presente Trabajo Fin de Grado, se intenta demostrar la importancia que sin embargo puede tener la integración de estos alimentos en la

dieta habitual, y para ello nos marcamos como OBJETIVO revisar la información existente en el momento actual sobre los principales pseudocereales, en base a su valor nutricional y a los beneficios que su consumo puede proporcionar a la salud humana.

3. PRINCIPALES PSEUDOCEREALES

3.1. QUINUA

3.1.1. Origen

La quinua (*Chenopodium quinua*, Willdenow) es una planta dicotiledónea, que pertenece a la familia Chenopodiaceae. Su altura es variable según la variedad de que se trate, y puede medir entre 0,6 y 2 metros. Posee una raíz ramificada de unos 20 a 25 centímetros, y generalmente son plantas hermafroditas que se autopolinizan³. Las semillas tienen aproximadamente 2 milímetros de diámetro y están encerradas en el cáliz de la flor. Esta planta presenta una gran variabilidad y diversidad genética. Sus variedades o ecotipos se pueden clasificar, según su adaptación a las características geográficas, en las 5 categorías básicas siguientes: quinua del valle, quinua del altiplano, quinua de terrenos salinos, quinua del nivel del mar y quinua subtropical⁵.



Figura 1: Planta de quinua. (Fuente: portalquinua.pe)

3.1.2. Valor nutricional, producción y consumo

Valor nutricional

La nutrición se considera de gran importancia para mantener un buen estado de salud y conseguir una mejor calidad de vida. En este sentido, la quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que se puede catalogar como nutricionalmente completo; es decir, que presenta un balance adecuado de las proteínas, los carbohidratos y los minerales necesarios para la vida humana⁵.

Sus granos son altamente nutritivos, pues tienen una importante cantidad de proteínas y compuestos bioactivos, que superan en valor biológico a los cereales de grano tradicionales⁸. El valor nutricional de la quinua se ha reconocido básicamente por su proteína de alta calidad, particularmente rica en aminoácidos esenciales. El contenido proteico de la quinua oscila en un rango que va del 11% al 17%. La cantidad de carbohidratos oscila entre el 53,5% y el 74,3%, lo que se corresponde con un contenido de almidón comprendido entre el 48% y el 68%, y un contenido de azúcares del 5%. Este contenido de carbohidratos le permite producir bajos índices de glicemia cuando se consume, y tener por ello, en general, mejor calidad nutricional y funcional que algunos granos de cereales conocidos, tales como maíz, avena, trigo o arroz. Por otra parte, su contenido en grasa suele oscilar entre el 5,3% y el 8,4%. Respecto a su contenido mineral, podemos decir que este pseudocereal contiene cantidades apreciables de potasio, fósforo y magnesio.

La quinua contiene, sin embargo, unos componentes no deseados llamados factores antinutricionales. Estos factores pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas, lípidos y minerales. Entre ellos, se encuentran las saponinas, los fitatos, los taninos y los inhibidores de proteasas. Las saponinas, que tienen la capacidad de formar abundante espuma en solución acuosa, son los componentes negativos más relevantes de la quinua. No obstante, también hay que señalar que la quinua puede tener algunas aplicaciones no relacionadas con la nutrición, por su característica espumante. Así, se emplea, por ejemplo, en la fabricación de cerveza, en la preparación de

compuestos para extintores de incendios, en la industria fotográfica, en cosmética para fabricar champús y en la industria farmacéutica para la elaboración de hormonas sintéticas. Los campesinos andinos, especialmente las mujeres, utilizan además el agua del lavado de la quinua para enjuagar sus cabellos y para lavar tejidos⁵.

Las saponinas se consideran sin embargo antinutrientes porque pueden formar complejos con proteínas y lípidos dificultando su absorción, y porque poseen un efecto hemolítico. Las saponinas pueden también formar complejos con el zinc y el hierro limitando su biodisponibilidad. A estos inconvenientes, debemos añadir que presentan sabor amargo y astringente, lo que las hace desagradables para el consumo. Por esta razón, el contenido bajo de saponinas se considera un requisito de calidad en la quinua a nivel industrial, y sólo se permiten trazas en los productos para consumo humano. Existen distintas técnicas o métodos de desaponificación; es decir, de eliminación de la saponina. Entre ellos, figuran el lavado por agitación y turbulencia, el escarificado o pulido (método de fricción y rozamiento), el método termomecánico en seco, la desaponificación química y los métodos combinados. Todos estos métodos conllevan la separación del episperma (es decir, el descascarado), ya que en esta cáscara es donde se concentra el mayor contenido de saponinas. El método más utilizado para eliminar las saponinas es sin embargo un proceso combinado de escarificado y lavado que permite reducir la saponina al 0,06%. Tras este proceso, el grano mantiene sus características proteicas, y su humedad oscila entre un 8 y un 11%⁴. La figura 2 refleja las operaciones que tienen lugar cuando se aplican los distintos métodos de desaponificación de la quinua que hemos mencionado.

La Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) declaró al año 2013 “El Año Internacional de la Quinua” para resaltar el valor nutricional que proporciona el consumo de este alimento, que podría contribuir incluso a erradicar el hambre en el mundo. Como hemos mencionado anteriormente, las características nutricionales de la quinua son excelentes, y puede considerarse en realidad un “alimento funcional”. Este alimento no contiene colesterol, ni

gluten, y es además fácil de digerir. A ello, se suma su sabor neutro, así como su capacidad de gelatinizar entre los 55 y 65°C debido al pequeño tamaño de los gránulos de almidón, lo que la hace especialmente versátil y útil en la elaboración de una gran variedad de productos⁹.

Operaciones unitarias	Metodos				
	Lavado por agitación y turbulencia	Fracción o rozamiento	Termomecanico en seco	Químico y lavado	Combinado
Recepción					
Limpieza					
Acondicionamiento					
Escarificado y pulido					
Pelado químico					
Lavado por agitación					
Lavado					
Descascarado termomagnético					
Deshidratado					
Tamizado					
Empacado					


Leyenda:  Operación unitaria efectuada.

Figura 2: Métodos de desaponificación de la quinua. (Fuente: Meyhuay M. Quinua: Operaciones de Poscosecha". INPhO/ FAO, p. 19, 1997)

Producción y Consumo

El cultivo de la quinua tuvo su máxima difusión en la época incaica y abarcó todo el ámbito geográfico de los Andes Centrales. Es decir, la región andina que fue en otros momentos del dominio de los Incas. Se extendió desde Colombia, hasta el noroeste argentino y Chile. Tras la conquista española, el consumo y el cultivo de la quinua se suprimió y, a partir de entonces, solo continuó su cultivo a pequeña escala³. En la actualidad, Perú, con 79.269 toneladas anuales, Bolivia, con 65.548 toneladas anuales, y Ecuador, con 3.903 toneladas anuales, son los principales productores de quinua en el mundo. Es decir, en los últimos años, la producción anual de quinua ha ascendido aproximadamente a 148.720 toneladas⁶. En cuanto al comercio mundial de la quinua, más de la mitad de la producción tiene como destino los Estados Unidos (53%). En segundo lugar, pero bastante alejado, se ubica como consumidor Canadá (15%). Finalmente le siguen

Francia (8%), Holanda (4%), Alemania (4%), la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) (3%), Australia (3%) y Reino Unido (2%)¹⁰.

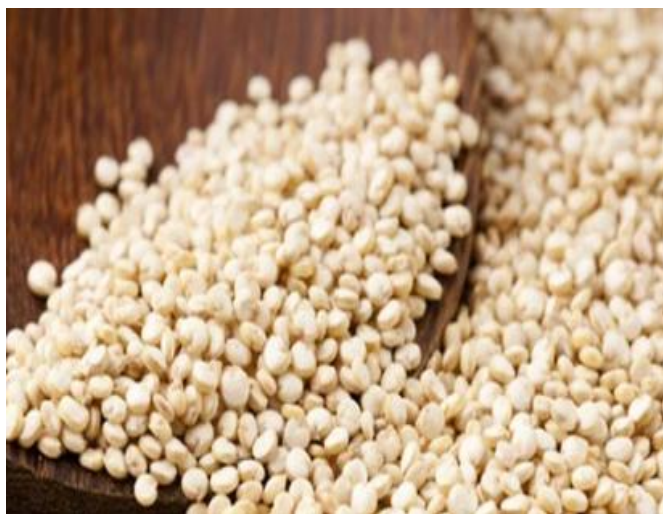


Figura 3: Granos de quinua (Fuente: portal quinua.pe)

3.2. AMARANTO

3.2.1. Origen

El amaranto (*Amaranthus Spp.*) es una planta dicotiledónea, que pertenece a la familia Amaranthaceae. Su tallo principal puede alcanzar de 2 a 2,5 metros de altura en la madurez, y de él brotan vistosas flores moradas, rojas o doradas. La semilla tiene forma de lenteja y mide alrededor de 1 milímetro de diámetro³. El amaranto se desarrolla a una altitud comprendida entre los 1400 y los 2400 metros. Su resistencia a los climas adversos se debe a su particular y eficiente proceso de fotosíntesis, que permite a la planta crecer rápidamente, sin necesitar mucha energía para mantenerse.

Se conocen más de 60 especies de amaranto en todo el mundo, y entre ellas destacan tres especies: *Amaranthus caudatus L.* que se cultiva en la región de los Andes, y las especies *Amaranthus cruentus L.* y *Amaranthus hypochondriacus L.*, originarias de México y que pueden utilizarse como vegetal, aunque que se cultivan principalmente para obtener grano.



Figura 4: Planta de amaranto. (Fuente: *Agriculturers.com*)

3.2.2. Valor nutricional, producción y consumo

Valor nutricional

Un estudio realizado en 1975 por la NAS para conocer vegetales poco explotados, pero con gran potencial, demostró que el amaranto es uno de los 36 cultivos más prometedores del mundo. Por esta razón, esta Academia lo describió como "El mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano".

El almidón es el componente principal del amaranto y representa el 57% del peso total del grano. Se caracteriza por tener poco contenido de amilasa, y esto influye en sus propiedades fisicoquímicas. Los azúcares sencillos se encuentran en pequeñas cantidades (1,69%), siendo el azúcar predominante la sacarosa (1,40%) Varios autores han señalado que el amaranto tiene una concentración de proteína que oscila entre un 13 y un 18%. Pero lo importante no es solo la cantidad de proteína que contiene, si no la calidad de la misma, ya que la proteína del amaranto posee un excelente balance de aminoácidos. Por su composición, esta proteína se asemeja mucho a la proteína de la leche, y su cantidad se aproxima mucho a la recomendación de proteína ideal propuesta por la FAO para un alimento. El amaranto destaca además por su elevado contenido en lisina, un aminoácido esencial que debe ser incorporado a nuestro organismo a través de la dieta.

El contenido de grasa del amaranto varía entre el 6 y el 9%. En la fracción lipídica, más del 75% corresponde a ácidos grasos insaturados, y esta fracción es particularmente rica en ácido linoleico (35-55%). Además, contiene altos niveles de escualeno, un triterpeno de cadena abierta altamente insaturado, que generalmente solo se encuentra en los hígados de peces de aguas profundas³. Los minerales representan aproximadamente entre el 3 y el 4%, y en esta planta se encuentran cantidades altas de calcio, magnesio, hierro, potasio y zinc. En cuanto a las vitaminas, el amaranto es una buena fuente de riboflavina (vitamina B2), vitaminas C y E, y, en particular, ácido fólico. La vitamina E además de sus efectos antioxidantes, aumenta la estabilidad del componente graso del amaranto. Este pseudocereal aporta además cantidades importantes de fibra dietética (6%).

Todos los factores anteriormente mencionados pueden situar al amaranto como una excelente opción frente a otros alimentos de consumo diario como los cereales, no solo desde el punto de vista nutricional, sino también desde el punto de vista funcional.

Producción y Consumo

El amaranto es una planta que se cultiva desde la época prehispánica en los Andes y en México. Se cree que los pobladores aztecas fabricaban ídolos con harina de amaranto mezclada con miel (y en ocasiones con sangre humana) que ofrecían como homenaje a los dioses¹¹. Con la llegada de los conquistadores españoles se prohibió su cultivo debido a que se usaba en ceremonias idólatras. En el año 1700 se inició el cultivo de amaranto en Europa Oriental y Rusia como hierba y plantas ornamentales.

Si bien el amaranto es originario de América del sur y América central, su cultivo se ha expandido en la actualidad notablemente en China y en la India, impulsado por los respectivos gobiernos que intentan alimentar a sus pueblos. El principal productor es China con 150.000 hectáreas cultivadas, seguida por India y Perú (1.800 hectáreas), México (900 hectáreas) y Estados Unidos (500 hectáreas)¹². En cuanto al comercio mundial de amaranto, no existen datos

oficiales de exportaciones e importaciones. El amaranto tiene diferentes nombres, según su lugar de producción. En la región andina del Perú se conoce como “*Kiwicha*”; en Bolivia se le denomina “*Coimi*”; en la India recibe el nombre de “*Ramdana*”.



Figura 5: granos de amaranto (Fuente: *agriculturers.com*)

3.3. KAÑIWA

3.3.1. Origen

La kañiwa se ha considerado durante mucho tiempo como una variedad de quinua debido a que pertenece a la misma familia (*Chenopodiaceae*). Sin embargo, en 1929, el botánico suizo Paúl Aellen denominó *Chenopodium pallidicaule Aellen* a esta especie. La kañiwa es una planta dicotiledónea muy ramificada que en la madurez puede alcanzar una altura de hasta 60 centímetros. Crece en condiciones ecológicas adversas, en altitudes entre los 3000 y 4200 metros, y resiste las bajas temperaturas y las sequías, tan habituales en el altiplano. El color de la planta (tallos y hojas) cambia en la fase fenológica de grano según el ecotipo; es decir, cuando se producen los cambios externos en la planta, su color muda de verde a colores como el anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura¹³.

La kañiwa posee una gran variabilidad genética, y se clasifica en dos grupos según su forma de crecimiento: “*Lasta*” y “*Saiwa*”. La forma “*Lasta*” presenta

crecimiento erguido y con pocas ramificaciones; La forma “Saiwa” tiene sin embargo numerosas ramificaciones que empiezan en el cuello de la planta. El fruto de la kañiwa está cubierto por el perigonio (envoltura exterior, rica en fibra dietética), que es generalmente de color gris. La semilla es de forma lenticular y tiene un tamaño comprendido entre 1 y 1,2 milímetros de diámetro (más o menos la mitad del tamaño de los granos de la quinua). No contiene saponina. A pesar de su amplia variabilidad genética, la kañiwa solo cuenta con tres variedades plenamente caracterizadas, denominadas variedades “Cupi”, “Ramis” y “Cyclan”⁴. El valor nutricional de sus granos y su tolerancia a las heladas, hacen que la kañiwa se considere un cultivo estratégico y de seguridad alimentaria para sistemas de producción de alto riesgo, como el altiplano.



Figura 6: kañiwa tipo Saiwa (izquierda) y Lasta (derecha). Fuente: INIA

3.3.2. Valor nutricional, producción y consumo

Valor nutricional

El valor nutricional de los pseudocereales está principalmente relacionado con su contenido proteico. En este sentido, la kañiwa tienen una elevada concentración de proteínas de alto valor biológico, mayor incluso que el de la quinua. La concentración proteica de la kañiwa oscila entre un 15% y un 18%. Destaca además la composición de aminoácidos de este pseudocereal, que tiene un alto contenido de aminoácidos esenciales, entre los que destaca la lisina (7,1%), un aminoácido escaso usualmente en los alimentos de origen vegetal.

Algunos autores consideran la kañiwa un alimento funcional. Su calidad proteica, junto con su contenido en carbohidratos (del orden del 63,4%) y aceites vegetales (del orden del 7,6%), confieren a la kañiwa grandes propiedades nutritivas. La kañiwa también contiene elevadas proporciones de calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro, zinc, vitamina E y complejo vitamínico B. Por ello, se ha comparado también desde el punto de vista nutricional con alimentos como la leche. El grano de kañiwa posee también altos niveles de fibra dietética y grasas no saturadas. Todo ello hace que esta especie pueda considerarse como uno de los alimentos estratégicos en términos de seguridad alimentaria. Más aún, a partir de este alimento, se podrían elaborar productos innovadores en la industria alimentaria¹³.

Producción y Consumo

La kañiwa es una planta originaria de los Andes del Sur de Perú y Bolivia. Este cultivo está relacionado con la cultura Tiahuanaco, que tuvo su centro en el altiplano del lago Titicaca, área donde en la actualidad se cultiva con preferencia. El cultivo de la kañiwa no está difundido fuera de la zona del altiplano peruano-boliviano. El cultivo recibe mayor atención en Perú, donde la superficie cosechada llega a las 7.000 hectáreas por año. En Bolivia el área de producción de kañiwa es tan pequeña que la especie ni siquiera figura en los censos agropecuarios anuales. Se cultiva en pequeñas parcelas donde el área de cultivo apenas llega a las 2.000 hectáreas por año, y, de esta producción, el 85% aproximadamente está destinado al autoconsumo. El resto se destina a la agroindustria y a mercados de abasto.



Figura 7: Grano de kañiwa (Fuente: INIA)

3.4. TRIGO SARRACENO

3.4.1. Origen

El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum Moench*) es una planta de la familia Polygonaceae que alcanza entre 0,6 y 1,3 metros de altura. Las hojas de la planta crecen de forma alterna y tienen la característica de ser grandes y tener forma sagitada (forma de corazón). Presenta un tallo rojizo que termina en una inflorescencia en forma de pequeños racimos o agrupaciones de flores, que son pequeñas y de color blanco o rosa. El grano, que se utiliza principalmente para la alimentación humana, tiene forma triangular y estructura leñosa y su color varía de café a gris. Está recubierto por una cutícula que no es comestible y que obliga a que el grano sea descascarillado para su consumo.



Figura 8: planta de trigo sarraceno (Fuente: ecoaldea.com)

3.4.2. Valor nutricional, producción y consumo

Valor nutricional

El trigo sarraceno posee un alto valor proteico, pues contiene entre un 12 y un 16% de proteínas. Asimismo, al tratarse de un alimento carente de prolaminas formadoras de gluten, resulta una buena alternativa para aquellas personas con enfermedad celíaca o con alergias e intolerancias al trigo común. La composición de aminoácidos está bien equilibrada, especialmente el contenido de lisina, cuya concentración es 2,5 veces mayor que la encontrada en la harina de trigo.

Además de su excelente contenido proteico, hay que destacar que su fracción lipídica representa el 2,5% del peso total del grano, y que posee grasas de calidad como los ácidos grasos poliinsaturados. Destaca especialmente su alto contenido en omega 6. Este ácido graso es importante para el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual.

El contenido total de carbohidratos en el trigo sarraceno varía, y oscila entre el 67% y el 70%, de los cuales el 54,5% es almidón. En cuanto a las vitaminas y minerales, destacan las vitaminas del complejo B (B1, B2, B3) y la vitamina E. El trigo sarraceno o alforfón es por lo tanto un alimento sumamente nutritivo y energético. Además de los nutrientes anteriormente mencionados, posee flavonoides y flavonas, ácidos fenólicos, taninos condensados y fitoesteroles, componentes de interés por su actividad antioxidante, que protege a las células del organismo de los radicales libres, al mismo tiempo que colabora en el mantenimiento del sistema inmunológico.

Producción y Consumo

El trigo sarraceno es autóctono de China occidental, el Tíbet y la India oriental. Además de cultivarse en estas zonas, se cultiva también en climas más fríos y húmedos como Rusia, Asia central y sudoriental, Europa y los Estados Unidos⁷. Existen documentos históricos que afirman que la Emperatriz Gensho de Japón ordenó el cultivo de trigo sarraceno en todo su país para prepararse para la sequía que lo azotó en el año 722. Este hecho resalta una de sus principales características, la resistencia al déficit de agua. El trigo sarraceno tiene ciclos cortos de cultivo (entre 65 y 90 días) y bajos costes de implantación, pues es capaz de desarrollarse correctamente sin el uso de fertilizantes o pesticidas y absorbe menos agua y nutrientes que otros cultivos.

En la actualidad se producen 2,3 millones de toneladas de grano al año en todo el mundo⁶. China era el mayor productor en 2006, con una producción de 800.000 toneladas anuales. Le seguían Rusia (con 605.640 toneladas anuales) y Ucrania (con 274.700 toneladas anuales). Los datos del año 2016 indican que estos tres países continúan a la cabeza en la producción de alforfón. Pero Rusia

casi ha duplicado su producción y produce actualmente 1.186.333 toneladas anuales. Por el contrario, la producción de China y Ucrania ha decaído y estos países presentan cifras de producción de 404.259 y 176.430 toneladas anuales, respectivamente. En lo referente a Europa, podemos decir que se han llegado a producir 122.206 toneladas anuales de alforfón en Francia, 118.562 toneladas anuales en Polonia y pequeñas cantidades de este pseudocereal en Hungría, Eslovenia, Letonia y Lituania. Por otra parte, Japón es el principal importador de alforfón.

4. METODOLOGÍA

Este Trabajo Fin de Grado se presenta como una Revisión Bibliográfica sobre cuatro compuestos que pudimos catalogar como los principales pseudocereales en base a los valores citados: quinua, amaranto, kañiwa y trigo sarraceno

La búsqueda de información se inició con la selección de artículos y libros disponibles en la literatura sobre los pseudocereales. Se utilizó para ello las bases de datos bibliográficas Web of Science, Dialnet, Google Académico y Pubmed. Se utilizaron las siguientes frase o palabras claves para realizar las diferentes búsquedas: en español "*pseudocereales*", "*nutrición*", "*alimentos funcionales*" y "*cereales sin gluten*", y en inglés sus equivalentes correspondientes. Como criterios de selección, se consideraron fundamentales el valor nutricional, las aplicaciones o usos alimentarios de los diferentes compuestos analizados y, de forma muy especial, los efectos beneficiosos que los mismos pueden proporcionar sobre la salud humana.

Tras el análisis de la información obtenida, se decidió estudiar y revisar en profundidad los siguientes pseudocereales: quinua, amaranto, kañiwa y trigo sarraceno. Una vez seleccionados los pseudocereales a estudiar, se realizó una nueva búsqueda en las mismas bases de datos anteriormente mencionadas con las siguientes palabras claves: en español, "*quinua*", "*amaranto*", "*kañiwa*", "*trigo sarraceno*" y "*granos andinos*", y en inglés, sus equivalentes correspondientes.

En todas las búsquedas realizadas en este trabajo se aplicaron filtros como: periodo de tiempo (solo publicaciones de los últimos 20 años) y áreas de investigación (nutrición y dietética, endocrinología y metabolismo, ciencia y tecnología de los alimentos).

La información para este Trabajo Fin de Grado se analizó y se contrastó, al menos, con tres fuentes bibliográficas diferentes. Como hemos señalado anteriormente, los pseudocereales son alimentos que fueron desplazados por otros alimentos, y la información sobre su cultivo, consumo y nuevas aplicaciones se limita, en muchos casos, a la relacionada con los países de origen de estas especies. Recientemente, se está recuperando y valorando nuevamente el consumo de los pseudocereales, pero la información sobre este grupo de alimentos es todavía relativamente escasa, salvo en el caso de la quinua, pues en los últimos años ha aumentado de forma considerable el número de estudios y artículos que se han publicado sobre las propiedades que tiene este pseudocereal para la salud humana. Para el desarrollo de esta Revisión se emplearon principalmente publicaciones realizadas por la FAO y los Ministerios de Producción, Agricultura y Riego de Perú y Bolivia. Los datos estadísticos sobre el cultivo y producción se obtuvieron de la base de datos FAOSTAT, así como de las respectivas instituciones públicas y privadas de los principales países productores. Además, toda esta información se complementó con la búsqueda de artículos científicos, principalmente de revistas de alto impacto indexadas en Science Citation Report, con el objetivo de contrastar algunas de las informaciones anteriores, y también para revisar la información sobre componentes biológicamente activos que pudieran estar incluidos en estos alimentos.

5. DISCUSIÓN

5.1. LOS PSEUDOCEREALES EN EL MOMENTO ACTUAL.

En los últimos años, se ha asumido que los pseudocereales son alimentos con un gran valor nutritivo y con un gran potencial en la industria agroalimentaria.

Sus excelentes cualidades han permitido que estos granos de origen andino sean considerados y utilizados en programas de lucha contra la desnutrición, especialmente en aquellos países donde los índices de desnutrición infantil son alarmantes. Estos países, en ocasiones, coinciden además con las zonas originarias para el cultivo de los pseudocereales. Sin embargo, todavía hay falta de conocimiento y desinformación en gran parte de la sociedad sobre cómo aprovechar e incluir en nuestra dieta este tipo de alimentos nuevos. Esto ocurre por ejemplo con el amaranto y la kañiwa, granos que todavía se destinan en su mayoría al autoconsumo de las familias productoras, y que poco a poco están ingresando en los mercados nacionales e internacionales con amplias posibilidades de ser utilizados para el desarrollo de nuevos productos que presentan un valor añadido⁴.

En lo referente a su aplicación industrial, los pseudocereales son ricos en materiales harinosos y aptos para la panificación. Sin embargo, a diferencia de los cereales, que son plantas monocotiledóneas, los pseudocereales se incluyen en la clase de plantas dicotiledóneas, y este grupo de plantas carecen de gluten en su composición. Esta característica ha provocado que, en los últimos años, el consumo de estos alimentos haya aumentado principalmente en países desarrollados donde la incidencia de la enfermedad celíaca o de la intolerancia al gluten es muy elevada¹¹.

Una característica importante de los pseudocereales es la riqueza en proteínas de calidad, por lo que es una excelente opción para enriquecer dietas que son propensas a déficit proteicos, como la dieta vegana, vegetariana, o, incluso, una dieta omnívora en la cual escasee el consumo de proteínas de alto valor biológico. Por todo ello, en los últimos años, diferentes investigaciones realizadas con pseudocereales han descrito nuevas formas de uso doméstico y agroindustrial, que permiten conservar en los nuevos productos sus cualidades nutritivas, haciéndolos a la par más atractivos a distintos grupos de población. Señalaremos a continuación de forma más concreta cuál es la situación actual en el caso de los cuatro pseudocereales objeto de este Trabajo Fin de Grado.

5.1.1. La quinua en el momento actual

En la actualidad existen diferentes variedades comerciales de quinua y todas ellas se utilizan tanto en la alimentación humana como en la alimentación animal. Uno de los principales motivos por los que se consume la quinua es, su gran versatilidad, ya que se puede utilizar en la preparación y elaboración de muy diversos productos.

La variedad de quinua blanca es la más conocida, y la que más se comercializa. Además de esta variedad, existen la quinua roja, la negra, la anaranjada, e incluso la morada. Las propiedades nutritivas de todas son similares, pero cada una tiene un sabor y una textura característicos.

- *Quinua blanca*: Es la que tiene el sabor más delicado y, gracias a su textura ligera, queda más esponjosa una vez cocinada. Es la variedad más versátil. Se puede utilizar como base para ensaladas y para reemplazar cereales como el arroz.
- *Quinua roja*: La quinua roja proporciona más proteínas y tiene mayor concentración de vitamina B2 que la quinua blanca. Cuando se cocina, esta variedad de quinua roja adquiere un color marrón, y tiene un sabor más intenso que la blanca. Combina muy bien en ensaladas, sobre todo con aquellas que lleven frutas o frutos secos. Requiere aproximadamente 3-4 minutos de cocción más que la blanca.
- *Quinua negra*: La quinua negra tiene mayor contenido de proteína que las otras variedades. Requiere aproximadamente 5-6 minutos más de cocción que la blanca.
- *Quinua anaranjada*: Es la variedad con mayor contenido lipídico (8%). Se consume tradicionalmente en sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas.

- *Quinoa morada*: Es la variedad con mayor contenido de fibra. Se utiliza para elaborar productos de panadería, ya que no contiene saponinas. A nivel doméstico se usa en la elaboración de postres.



Figura 10: tipos de quinua (Fuente: Interamsa Agroindustrial)

Dadas las características químicas del grano de quinua (alto contenido de saponina), su consumo ha estado sujeto a la práctica de diversas formas de eliminación de la saponina más o menos rudimentarias. La consolidación del interés de los mercados internacionales por la quinua, y la ampliación de los volúmenes de producción de este pseudocereal, han llevado al desarrollo e implantación de métodos mecánicos para la eliminación de la saponina y otras impurezas. En el apartado 3. 1. 2. se ha descrito los más importantes. Al mismo tiempo, esto ha promovido la aparición de nuevos usos y aplicaciones medicinales, farmacéuticas y cosméticas, entre otras, para esta planta. Dado su alto valor nutricional, el principal uso de la quinua es el consumo humano¹⁰, y se usa principalmente el grano en sus diversas modalidades, tales como quinua perlada, harina de quinua, hojuela de quinua y quinua expandida.

Se denomina quinua perlada al grano entero obtenido tras la desaponificación del grano de la quinua. La quinua perlada es la forma más común de consumo en las regiones autóctonas. Se utiliza directamente en la elaboración de guisos tradicionales, sopas, purés, postres y bebidas, o de manera indirecta para la elaboración de harinas, hojuelas y quinua expandida.

La harina de quinua se obtiene después de la molienda y tamizado de la quinua que previamente ha sido lavada. El objetivo del lavado de la quinua es eliminar los antinutrientes o componentes del alimento que dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes, y que, como ya hemos dicho, se concentran habitualmente en la cáscara o cubierta de la semilla. La harina de quinua se utiliza en la fabricación de productos de panificación, galletas, fideos, postres, dulces y bebidas. También se utiliza como ingrediente para elaborar salchichas y albóndigas, o en mezcla con otras harinas. Se distinguen distintos tipos de harina de quinua.

- *Harina cruda de quinua:* es el producto resultante de la molienda de la quinua perlada. Su finura dependerá del número de zaranda o de malla que se use en la molienda. Se utiliza en panificación, galletería y repostería.
- *Harina tostada de quinua:* Es el producto resultante cuando la quinua perlada tostada se somete a un proceso de molienda. Se usa en repostería.
- *Harina instantánea de quinua:* Es la harina de quinua pre-cocida (gelatinizada) y reducida a polvo. Tiene la propiedad de dispersarse rápidamente en líquidos, y por ello se utiliza principalmente en la preparación de bebidas instantáneas. También se usa en la elaboración de cremas, o como suplemento nutritivo para elaborar cacao en polvo o leche malteada.



Figura 11: harina de quinua (Fuente: Andino Industrias)

Para obtener las hojuelas de quinua, los granos de quinua perlada se someten a un proceso de laminado por presión. Todo ello, con el objetivo de formar hojuelas en forma de escamas o copos. Las hojuelas de quinua se usan fundamentalmente bajo la forma de “cereal”.

La quinua expandida, llamado “quinua pop”, o quinua extrusionada, se obtiene generalmente a partir de la quinua perlada, aunque algunas veces también se obtiene de la quinua al natural. Para su obtención, los granos de quinua se someten a altas temperaturas y a una descompresión violenta. Como resultado, se produce la expansión de los granos de quinua. La quinua expandida puede consumirse directamente, o acompañada de yogur, helados, postres o chocolate.



Figura 12 hojuelas de quinua (izquierda) y quinua expandida (derecha) (Fuente: Aproquiros)

Aunque la producción actual de quinua se centra en la producción del grano, los alcances de esta planta van mucho más lejos. Por ejemplo, el consumo de la hoja de quinua es muy popular en la región andina de Perú y Bolivia. Probablemente, en las primeras épocas de consumo, se consumían solo las hojas de quinua y no el grano. Esta práctica, casi olvidada, se está intentando recuperar⁹. Se ha sugerido además que su utilización podría reemplazar a las hojas de espinaca, especie con la cual la quinua tiene gran afinidad desde el punto de vista botánico⁵. La planta entera se puede usar también como forraje, y se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar al ganado.

El momento óptimo para la utilización de las hojas de quinua en la alimentación humana es un poco antes del inicio de la floración, aproximadamente entre los 60 y 80 días después de la germinación⁵. El contenido de proteína y lípidos de los brotes y hojas de quinua es entonces muy elevado, incluso superior al de algunas hortalizas de consumo diario como la alcachofa, la cebolla, los berros y la espinaca.



Figura 13: brotes de quinua (Fuente: Libro Memoria del año Internacional de la quinua en el Perú-2013).

5.1.2. El amaranto en el momento actual

El amaranto, al igual que la quinua, posee unas excelentes propiedades nutricionales. Esta planta presenta además una gran resistencia a climas fríos y secos, y puede crecer en suelos pobres y húmedos. Se considera por eso una especie alternativa en aquellas regiones con dificultades para la siembra de cereales.

El amaranto puede desempeñar un papel importante en la alimentación. Especialmente, el grano, pues tiene un alto valor nutritivo y es rico en proteínas, vitaminas y minerales. El grano de amaranto está realmente adquiriendo importancia en el momento actual debido a su alto contenido en almidón, que representa un 50 o 60% del total de sus componentes. En cuanto a la tecnología alimentaria, el amaranto no se puede procesar igual que los cereales debido a las diferentes propiedades morfológicas y funcionales del grano. Es por ello por lo que ciertos procesos requieren adaptaciones específicas. Generalmente, las

semillas de amaranto se usan como granos integrales debido a que el tamaño del grano es muy pequeño, y a la escasa presencia de saponina en él.

En la actualidad, la harina de amaranto se utiliza de dos formas: en la elaboración directa de productos como sopas, bizcochos, cereales para desayuno, bollos, creps, tostadas, galletas, empanadas o pastas, y para enriquecer harinas de otros cereales que a su vez se utilizan para elaborar productos y alimentos para bebés.



Figura 14: Harina de amaranto (Fuente: Andino Industrias)

Otro de los productos derivados del amaranto que más se utiliza es el amaranto expandido. Para obtener este producto, el grano se pone en contacto directo con una superficie caliente durante 5 o 10 segundos, hasta que la mayor parte de los granos se hayan expandido y hayan adquirido un color blanco. Durante este proceso, los granos se remueven constantemente para evitar que se quemen. El proceso de reventado incrementa el volumen del grano hasta un tamaño de 3 a 10 veces su tamaño original. Este proceso proporciona sabor, color y aroma agradable, y mejora la eficiencia proteica y la digestibilidad, pese a que puede producir reacciones indeseadas entre los aminoácidos y los carbohidratos presentes en el alimento, que pueden reducir la lisina hasta en un 30%. Este producto derivado del grano de amaranto suele utilizarse habitualmente como un delicioso complemento de fruta o de yogurt.

También se consumen en la actualidad los brotes y hojas de amaranto. El germinado es un proceso antiguo que ofrece una alternativa para incrementar la calidad nutritiva de los granos. Para que se produzca el proceso de germinación, es necesario colocar el grano en condiciones adecuadas de humedad (35-40%) y temperatura (25-30°C). El tiempo óptimo de germinación oscila entre las 48 y 72 horas, momento en el que la planta concentra la mayor cantidad de proteínas (entre un 16 y un 18,5%). La hoja del amaranto es también una fuente rica de carotenos y hierro, y contiene concentraciones de proteína comparables a las de otras verduras como las acelgas. Al igual que el grano, las hojas presentan un alto contenido en lisina y, por lo tanto, pueden utilizarse como suplemento para los cereales.



Figura 15: Barritas de amaranto (*Fuente: Blog caxa amaranto*)

5.1.3. La kañiwa en el momento actual

La kañiwa comparte origen y familia con la quinua y, al igual que esta, posee excelentes cualidades nutritivas. Se trata de un grano de origen andino de cultivo ancestral que en la actualidad puede representar un importante papel para luchar contra la desnutrición y, por ello, en los últimos años, se ha despertado un interés creciente por expandir su cultivo. Además de ser una buena opción para incrementar la calidad nutricional, la kañiwa es un alimento con alta concentración de flavonoides, compuestos asociados a una mejor salud cardiovascular.

El grano de kañiwa es el más versátil de todos los pseudocereales, pero sin embargo no está muy difundido su uso, debido a la dificultad de cosechar este grano, que es muy pequeño, y obstaculiza la existencia de grandes producciones. Por ello, su consumo se restringe casi exclusivamente a poblaciones andinas locales. El grano de kañiwa se cosecha y se vende habitualmente con su perigonio, que se desprende fácilmente con el calor. La manera más común de consumir kañiwa es en forma de grano tostado y después molido. El grano tostado permite obtener una harina muy agradable, que los pobladores andinos llaman “*Kañiwaco*”, y que normalmente consumen en el desayuno con leche o agua.

La kañiwa también se consume en forma de hojuelas, tras someter a los granos a un proceso de laminado. Las hojuelas constituyen uno de los mejores productos para mantener los nutrientes de este pseudocereal en forma concentrada. También se elaboran “pop” de kañiwa, producto que mantiene el 80% de los nutrientes, y que se consume con leche, yogurt, zumos o ensaladas de frutas.



Figura 16: Guiso de kañiwa (*Fuente: Blog Nutrición ecologica*)

5.1.4. El trigo sarraceno en el momento actual

El trigo sarraceno es una especie vegetal que posee una alta adaptabilidad y esto ha permitido su amplia difusión geográfica y sus múltiples usos. Principalmente, hoy en día se cultiva para el consumo humano y para el consumo

animal. Se puede usar también como un vegetal y utilizar las hojas y brotes como abono, e incluso se considera una especie melífera (especie utilizada para la producción de miel) de calidad, pues sus flores son muy atractivas para los insectos polinizadores. El trigo sarraceno común, al tener también elevados niveles de lisina, se considera un alimento deseable y necesario en lugares donde el acceso a otras fuentes de proteína es limitado. Al mezclarlo con granos de cereales que tienen bajo contenido de lisina, se consigue un perfil de aminoácidos balanceado. Resulta además un alimento muy interesante por su contenido en otros productos saludables ya reseñados en el apartado 3 .4. 2..

El trigo sarraceno se consume de muy diferentes formas, según la tradición de cada país. En Europa y el norte de Estados Unidos la harina de alforfón se mezcla generalmente con harina de trigo para preparar bizcochos, galletas, fideos y cereales. En Rusia y Polonia, se utiliza sémola y harina de alforfón para hacer “porridge”, una mezcla o sopa semejante a la mezcla de avena con agua o leche, de origen inglés, que se denominó así en el Reino Unido. En Japón, se consume principalmente como fideos o “soba”. “Soba” es en realidad la palabra japonesa para denominar al trigo sarraceno, pero se utiliza comúnmente para referirse a los fideos finos empleados en la cocina de este país que se elaboran con la harina de dicho grano. En el sudeste de Asia, el trigo sarraceno es un alimento básico en muchas áreas montañosas. En Canadá, la harina de trigo sarraceno se usa para hacer un pan sin levadura llamado “*chapattis*”. También se usa el alforfón para hacer bebidas alcohólicas, y al licor preparado se le atribuyen propiedades medicinales.



Figura 17: porridge de alforfón (izquierda) y soba (derecha). (Fuente: Wikipedia)

Dentro de los subproductos derivados del trigo sarraceno, destaca especialmente la harina. Esta es de fácil obtención a partir de la molienda, y proporciona un buen rendimiento tanto de harina refinada como de harina integral. Por su excelente valor nutricional y su carencia de gluten, el trigo sarraceno es en realidad un producto muy atractivo en la industria de la panificación, y resulta especialmente valioso como alternativa para aquellas personas con enfermedad celíaca. En algunos casos, el trigo sarraceno se añade a productos formulados en base al trigo común, lo que permite la obtención de alimentos fortificados, con una composición diferencial de vitaminas y minerales, y con mayor contenido en proteínas que contienen aminoácidos esenciales no presentes en los cereales.



Figura 18: Harina de trigo sarraceno (izquierda) y pan elaborado con trigo sarraceno (derecha). (Fuente: Blog Conasi)

El trigo sarraceno se cultiva también a menudo como verdura en muchas zonas de la India. Para ello, se cosechan sus brotes tiernos y frondosos, y ello permite que aumente el suministro y la disponibilidad de verduras frescas y proteínas de alta calidad en estos lugares.

5.1.5. Componentes bioactivos de los pseudocereales

Los cambios en el estilo de vida de la sociedad actual han conducido a un aumento en la prevalencia e incidencia de determinadas enfermedades tales como la enfermedad cardiovascular, la diabetes, la obesidad y el cáncer, entre otras. Estas patologías se podrían prevenir y/o evitar mediante la modificación de

los estilos de vida, especialmente la alimentación¹⁴. Estos cambios en el estilo de vida, y la concienciación cada vez mayor de que una dieta sana previene el desarrollo de numerosas enfermedades, ha promovido la demanda de nuevos alimentos más seguros, más nutritivos y sobre todo más saludables¹⁵. Una de las líneas de investigación prioritarias en el área de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos se ha encaminado de hecho a la obtención de estos alimentos. Para ello, se requiere obtener e identificar los ingredientes que, una vez incorporados a los alimentos, o formando ya parte de ellos, proporcionan a los mismos unas actividades biológicas beneficiosas para la salud que van más allá de la mera nutrición. Estos alimentos han recibido la denominación de “alimentos funcionales”¹⁶.

Los Pseudocereales podrían considerarse hasta cierto punto “alimentos funcionales” por sus perfiles en macro y micronutrientes, y por el papel tan importante que pueden tener en el mantenimiento de la salud y el bienestar humano. Algunos contienen de hecho compuestos bioactivos, especialmente compuestos antioxidantes¹⁷, y no hay que olvidar que los antioxidantes se encargan de neutralizar los radicales libres y las reacciones de oxidación en cadena que acontecen en los tejidos, reduciendo de este modo el estrés oxidativo. Es desde luego sobradamente conocido que el estrés oxidativo se relaciona precisamente con todas estas enfermedades, previamente mencionadas, que caracterizan a la sociedad actual (cáncer, diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas). Los pseudocereales representan por lo tanto una fuente natural de antioxidantes¹⁸. Dentro de este contexto, y ciñéndonos a los pseudocereales descritos en este Trabajo Fin de Grado cabe mencionar que el trigo sarraceno se considera una fuente excelente de polifenoles, siendo la quercetina, la apigenina y la luteolina los principales flavonoides presentes en este alimento¹⁹. La quinua también es una fuente importante de flavonoides, especialmente de quercetina y el kaempferol^{20,21}. Asimismo, los principales compuestos fenólicos de las semillas de amaranto son el ácido cafeico, el ácido p-hidroxibenzoico y el ácido ferúlico¹⁷. Existen ya de hecho algunos trabajos científicos que concluyen que la actividad antioxidante de los pseudocereales, especialmente la de la quinua, representa un factor clave

que justifica la promoción de este tipo de alimentos y la necesidad de incluirlos en nuestra dieta diaria^{22,23}. Son sin embargo necesarios más estudios que avalen esta idea y que proporcionen nuevas evidencias científicas sobre la bioactividad de los pseudocereales. Este es por lo tanto un nuevo campo que se abre a la investigación y que permite también resaltar la importancia de este Trabajo Fin de Grado.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con este Trabajo Fin de Grado hemos llegado a las siguientes CONCLUSIONES:

1) El elevado valor nutritivo y tecnológico de los pseudocereales, ha permitido que su cultivo se haya mantenido a pequeña escala, y que en el momento actual se hayan podido recuperar estas especies para su uso en la industria agroalimentaria, pues no hay que olvidar la importancia que tiene hoy día para los consumidores una alimentación adecuada como parte integral de un estilo de vida saludable.

2) Los pseudocereales poseen características agronómicas especiales que permiten su adaptación al cambio climático, y son por ello cultivos ideales en aquellos lugares donde las condiciones de producción son limitadas por la escasez de agua, la baja disponibilidad de insumos y la aridez.

3) Perú y Bolivia son los principales productores de quinua y kañiwa, pero el cultivo de la quinua se ha extendido a más de 70 países, y sin embargo la producción de kañiwa es incipiente y solo está destinada al autoconsumo. Los principales países importadores de quinua son Estados Unidos, Canadá y Francia. El principal productor de amaranto es China, seguida de India, Perú, México y Estados Unidos. No existen sin embargo datos oficiales sobre exportaciones e importaciones de amaranto. Por su parte, Rusia es el mayor productor mundial de trigo sarraceno, y le siguen China y Ucrania.

4) Los pseudocereales presentan un elevado contenido de proteínas de alto valor biológico y poseen un excelente balance en lo que respecta a los principales aminoácidos esenciales.

5) Los pseudocereales tienen un bajo coste de producción y son alimentos muy versátiles, y con ellos se pueden elaborar múltiples subproductos agroindustriales.

6) Los pseudocereales pueden tener múltiples usos, pero se utiliza principalmente el grano, siendo su destino mayoritario la alimentación humana. La quinua es un pseudocereal muy versátil y se comercializa bajo diversas modalidades, pero la quinua perlada es la forma más habitual de consumo. El amaranto, debido al pequeño tamaño de su semilla, se usa principalmente en forma de grano integral bajo las modalidades de harina y amaranto expandido. La kañiwa se consume principalmente como grano tostado y harina. El grano de trigo sarraceno se usa mayoritariamente como harina y está destinado a la elaboración de productos libres de gluten.

Finalmente, en este Trabajo Fin de Grado, nos atrevemos a formular las siguientes CONCLUSIONES GLOBALES Y RECOMENDACIONES:

Debido a su alto valor nutricional y a las propiedades funcionales de algunos de sus componentes, los pseudocereales deberían formar parte de la alimentación diaria de la población mundial, pero, para alcanzar este objetivo, aun se debe investigar el desarrollo de productos alimenticios derivados que satisfagan el gusto de los consumidores. Los pseudocereales tienen sin embargo un elevado potencial que les puede permitir convertirse en cultivos “básicos” con la misma importancia agrícola y económica que otros cultivos básicos de la humanidad como el maíz, el trigo, la cebada y el arroz.

A medida que se conocen más las cualidades nutritivas de los pseudocereales, se incrementa el interés por estos alimentos. Por este motivo es importante revalorizar estas especies, especialmente el amaranto y la kañiwa.

Además, es fundamental impulsar el consumo de estos alimentos en países donde los niveles de malnutrición son elevados, como es el caso de Perú y Bolivia.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Naciones Unidas [Internet]. Estados Unidos: NU [Citado: 10 abril 2018]. Población mundial. Disponible en:
<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
2. FAO [Internet]. Italia: FAO; 2003 [Citado 17 feb 2018]. Trade Reforms and Food Security. Chapter 2. Food security: concepts and measurement. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/005/y4671e/y4671e06.htm#bm06>
3. Schoenlechner R., Siebenhandl S. y Berghofer E. Pseudocereals. En Arendt, E.K. y Dal Bello, F. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. [Internet]. 1ra ed. Estados Unidos: Academic Press; 2008. p. 149-190. [Citado 20 dic 2017]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/book/9780123737397>
4. Rojas W, Soto JL, Pinto M, Jäger M. Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y amaranto en Bolivia. [Internet]. 1ra ed. Italia: Bioversity International; 2010.
5. Meyhuay M. QUINUA: Operaciones de Poscosecha” en INPhO: Compendio de Poscosecha [Internet]. 1ra ed. Italia: AGSI/ FAO; 1997. p. 9-17. [Citado: 28 dic 2017]. Disponible en:
<http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>
6. FAO: FOSTAT. [Internet]. Italia: FAO; 2017 [Citado: 17 feb 2018]. Datos. Cultivos Disponible en:
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
7. FAO. [Internet]. Italia: FAO; 2015. [Citado: 28 dic 2017]. Cultivo Tradicional del Mes, Trigo sarraceno común. Disponible en:
<http://www.fao.org/traditional-crops/buckwheat/es/>

8. FAO. [Internet]. Italia: FAO; 2014. [Citado: 28 dic 2017]. Plataforma de información de la quinua. Quinua: Propiedades Nutritivas. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/en/>
9. Alvarado R, Cabrera V, Cruz W, Huamán O, Llanos B, Martínez J. Quinua. Un futuro sembrado hace miles de años. Memoria del Año Internacional de la Quinua en el Perú. [Internet]. 1ra ed. Perú: Santillana S.A.; 2014.p. 23-33 [Citado: 20 dic 2017]. Disponible en: http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/cquinua/libro_anho_internacional_de_la_quinua_2013.pdf
10. FAO-ALADIS. Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua. [Internet]. 1ra ed. Chile; 2014. p. 32-38. [Consulta: 20 dic 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>
11. De la Cruz Torres E, García Andrade JM. Mejoramiento de pseudocereales en el ININ. [Internet]. México: Instituto nacional de investigaciones nucleares; 2009. [Citado: 28 dic 2017]. Disponible en: <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/48%20MEJORAMIENTO.pdf>
12. Gonzalez G. Principales limitaciones y restricciones de la comercialización de los productos de interés para el área del Sistema de Riego en Santa María, Catamarca. [Internet]. 1ra ed. Argentina: FAO, Desarrollo institucional para la inversión; 2014. [Citado: 28 dic 2017]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/valles_calchaquies/08.pdf
13. Apaza Mamani V. Manejo y mejoramiento de kañiwa. [Internet]. 1ra ed. Perú: Altiplano E.I.R.L.; 2010. p.4-19 [Citado 20 dic 2017]. Disponible en:

http://www.nuscommunity.org/uploads/tx_news/Libro_Manejo_y_Mejora_miento_Ka%C3%B1iwa.pdf

14. Munakata M. Clinical significance of stress-related increase in blood pressure: current evidence in office and out-of-office settings. *Hypertens Res.* [Internet]. 2018 [Citado: 10 mayo 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41440-018-0053-1>
15. Billingsley H, Carbone S. The antioxidant potential of the Mediterranean diet in patients at high cardiovascular risk: an in-depth review of the PREDIMED. *Nutr Diabetes.* [Internet]. 2018 [Consulta: 10 mayo 2018]; Vol. (8): 13. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0025-1>
16. Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella S, Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *Int J Food Microbiol.* [Internet]. 2002 [Consulta: 10 mayo 2018]; Vol. (79): 131-141. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00187-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00187-3)
17. Tang Y, Tsao R. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Mol Nutr Food Res.* [Internet]. 2017 [Citado: 13 mayo 2018]; Vol. (61) Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600767>
18. Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez E. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa wild.*), an ancient Andean grain: a review. *J Sci Food and Agric*; 2010. [Consulta: 13 mayo 2018]; Vol. (90):2541-2547. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>

19. Giménez-Bastida J, Zielinski H. Buckwheat as a Functional Food and Its Effects on Health. *J Agric Food Chem.* [Internet]. 2015 [Consulta: 13 mayo 2018]; Vol. (36): 7896-7913. Disponible en:
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02498>
20. Tang Y, Li X, Zhang B, Chen P, Liu R, Tsao R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. Genotypes. *Food Chem.* [Internet]. 2015 [Consulta: 13 mayo 2018]; Vol. (166): 380-388. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.018>
21. Repo-Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen E. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews.* [Internet]. 2003 [Consulta: 04 ene 2018]; Vol. (19): 179-189. Disponible en:
<https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
22. Simnadis T, Tapsell L, Beck E. Physiological Effects Associated with Quinoa Consumption and Implications for Research Involving Humans: a Review. *Plant Foods Hum Nutr.* [Internet]. 2015 [Citado: 13 mayo 2018]; Vol. (70): 238-249. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s11130-015-0506-5>
23. Repo-Carrasco-Valencia R, Acevedo de La Cruz A, Icochea Alvarez JC, Kallio H. Chemical and functional characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods Hum Nutr.* [Internet]. 2009 [Citado 13 mayo 2018]; Vol. (64): 94-101. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s11130-009-0109-0>
24. Suquilanda Valdivieso M. Manual técnico de producción orgánica de cultivos andinos. [Internet]. 1ra ed. Ecuador: FAO, Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi y Ministerio de

Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca; 2011. [Citado: 28 dic 2017].

Disponible en:

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

25. FAO [Internet]. Italia; 2002 [Citado: 28 dic 2017]. Perspectivas por sectores principales: Producción de cultivos. FAO: Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm>

26. Campbell, Clayton G. Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1ra ed. Italia: International Plant Genetic Resources Institute; 1997.p. 7-28.

27. Orona-Tamayo D, Paredes-Lopez O. Amaranth Part 1-Sustainable Crop for the 21st Century: Food Properties and Nutraceuticals for Improving Human Health. [Internet]. En: Nadathur S, Wanasundara J, Scanlin L. Sustainable Protein Sources. 1ra ed. Ámsterdam: Academic Press; 2016.p. 239-263. [Citado: 28 dic 2017]. Disponible es:

<https://doi.org/10.1016/C2014-0-03542-3>