

**Estudio de Procesos de Hidrolizados Proteicos a partir De la Quinoa (*Chenopodium Quinoa*
Willd)**

Clariza Mercedes Quiguanas Campo

Monografía para Optar al Título de Ingeniera de Alimentos

Directora:

Ph. D. Magda Piedad Valdés Restrepo.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas e Ingeniería (ECBTI)

Ingeniería de Alimentos

2021

Resumen

Los hidrolizados proteicos están formados por cadenas de aminoácidos de diferentes tamaños que han pasado por una reacción química de hidrólisis o separación. Estos hidrolizados se caracterizan, porque las proteínas son más asimilables. En este sentido, en los últimos años se ha incrementado su consumo, así mismo se ha buscado fuentes alternativas de buena calidad. La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal de origen andino que ha recobrado importancia en los últimos años como cultivo tradicional y principalmente como alimento de excelente calidad, debido principalmente a su contenido proteico que oscila entre 12 %– 23%. Algunas investigaciones recientes afirman que los hidrolizados proteicos de la quinua son de buena calidad nutricional y funcional, para lo cual, el objetivo de la monografía es identificar los procesos de hidrólisis aplicados a la quinua, conocer las propiedades de los hidrolizados registrados en la investigación, clasificar toda la información para encontrar las tendencias que se dan en la industria alimentaria, también, a partir de la información registrada recopilar todos los alimentos funcionales existentes hasta el momento que contengan un porcentaje considerable de proteína, con buen sabor y con propiedades novedosas.

Palabras clave: quinua, hidrolizados, antioxidante, proteicos, macronutrientes.

Abstract

Protein hydrolysates are made up of amino acid chains of different sizes that have undergone a chemical reaction of hydrolysis or separation. These hydrolysates are characterized, because the proteins are more assimilable. In this sense, in recent years its consumption has increased, and good quality alternative sources have also been sought. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is a pseudocereal of Andean origin that has regained importance in recent years as a traditional crop and mainly as an excellent quality food, mainly due to its protein content that ranges between 12%-23%. Some recent research affirms that the protein hydrolysates of quinoa are of good nutritional and functional quality, for which the objective of the monograph is to identify the hydrolysis processes applied to quinoa, to know the properties of the hydrolysates registered in the research, classify all the information to find the trends that occur in the food industry, also, from the registered information, collect all the functional foods that exist up to now that contain a considerable percentage of protein, with good flavor and with novel properties.

Keywords: quinoa, hydrolysates, antioxidant, protein, macronutrients.

Contenido

Introducción	4
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Metodología	8
Generalidades de la Quinoa.....	9
Clasificación e Importancia de la Quinoa	9
<i>Clasificación Botánica</i>	9
Tabla 1	10
Figura 1	12
Composición de la Semilla.....	15
Tabla 2.....	15
Figura 2	16
Figura 3	17
Usos de la Quinoa	18
Características Nutricionales de la Quinoa.....	21
Componentes.....	21
Valor Nutricional.....	22
Tabla 3.....	22
Tabla 4.....	23
Macronutrientes.....	25

Tabla 5.....	26
Proteínas	26
Grasas	27
Carbohidratos	28
Micronutrientes	29
Vitaminas y Minerales	29
Tabla 6.....	30
Hidrólisis de la Quinua.....	32
Metodología para la Obtención de Hidrolizados Proteicos.....	32
Hidrólisis Enzimática de la Quinua.....	33
Hidrólisis Ácida de la Quinua	34
Hidrólisis Alcalina de la Quinua	35
Características Nutricionales y Funcionales del Hidrolizado de Proteína de la Quinua	36
Propiedades Funcionales de los Hidrolizados Proteicos	36
Figura 4	37
Procesos Hidrolizados Proteicos	38
Tipos de Alimentos Elaborados a partir de Hidrolizados Proteicos	40
Registro de Alimentos Funcionales.....	40
Alimentos con Adición de Componentes Funcionales	41
Análisis de la Información Registrada.....	44
Conclusiones	46
Perspectivas	47

Bibliografía48

Introducción

Según el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el segundo de los objetivos de desarrollo sostenible para el 2030 es “Hambre cero” PNUD (s.f.) A pesar de las estrategias planteadas para el logro de dicho objetivo y la autonomía promovida a nivel mundial, la seguridad alimentaria y nutricional, se detectó en 2017 una cifra cercana a los 821 millones de personas en estado de desnutrición, de acuerdo al PNUD (s.f.) Se reconoce como un alimento de alto valor nutricional, cuyo contenido proteico oscila entre el 12% – 23%, en promedio, más alto que el de arroz, maíz y cebada. De acuerdo, con Ruiz et al. (2016) el perfil de aminoácidos de la quinua ha sido reportado como el mejor que la mayoría de las fuentes de cereales y proteínas leguminosas, además es libre de gluten lo cual la hace aún más atractiva para su consumo.

En Colombia, en los primeros 20 días del año 2020, siete niños habían fallecido por desnutrición, como lo evidencian los datos del INS(2020), es un número alarmante, como lo asegura Finagro (2020), y Navia-Coarite et al. (2019) el país es considerado por la FAO como uno de los países latinoamericanos más prometedores en términos de aprovechamiento de zonas para cultivo. Colombia cuenta con el área, producción y crecimiento para el cultivo de quinua, así lo afirma Finagro (2021). Se conoce además que se han reunido varios países los cuales han concluido que desarrollaran nuevas estrategias tanto en el cultivo como en la tecnología, para el aumento de la producción; ya que el consumo de la quinua se ve en crecimiento, y está llegando a nuevos mercados.

Para Colombia es importante que se amplié las hectáreas sembradas de quinua, permitiendo el desarrollo de la cadena productiva y la apertura de nuevos mercados e ingresos a los productores, comercializadores y transformadores de este producto, se puede observar que varios aliados como CORPOICA, CIQ y la FAO, están uniendo fuerzas para que la quinua sea

un producto que responda a proyectos regionales, y a su vez, se contemplen investigaciones, genere empleo y permita la formulación de toda la cadena, hasta llegar al consumidor final. La asamblea de las naciones unidas en el año 2013 declaro el “año internacional de la quinua” esto ha significado mucho en la comunidad de productores y transformadores de quinua, ya que los anima a seguir el proceso que hoy los tiene en la cima, así mismo, la FAO está promocionando estrategias para ampliar y fomentar el cultivo, y consumo de la quinua y así contribuir a la seguridad alimentaria.

La quinua es un producto con alto valor nutricional dentro de los alimentos vegetales, pues su alto contenido de proteína está por encima de los otros alimentos similares a él. Esta semilla es considerada un cereal, ya que su consumo se realiza de la misma forma, pues es ligera, sabrosa y fácil de dirigir, en compañía de otros alimentos su textura se compagina de buena manera y se complementa con algunos platos. (Ramírez, G. 2018)

Debido a estas características, es necesario buscar procesos para su aprovechamiento, que mejoren la absorción de las proteínas y de esta manera se convierta en un alimento de alto consumo de acuerdo a las consideraciones de la FAO (2013). Uno de los métodos utilizados para alcanzar este objetivo, es la hidrólisis proteica, proceso por el cual algunas de las moléculas del alimento se subdividen y se unen al agua, lo que facilita su asimilación, también la hidrólisis enzimática, acida y alcalina. Todos estos procesos con el fin de optimizar las propiedades de los alimentos con los mejores parámetros para ser usadas en otros productos y subproductos.

Sin embargo, y aunque es un alimento de origen ancestral, el procesamiento de la quinua es reciente y más aún, la hidrólisis. En un análisis realizado por Montoya, Martínez y Peralta (2005), se identificó que la industrialización de la quinua es el proceso más débil y que requiere un cambio. A nivel nacional, los departamentos del Cauca, Cundinamarca y Nariño cuentan con

empresas dedicadas a la transformación de la quinua, como Segalco SAS, que está incluida en el portafolio de exportadores colombianos. En los últimos años diferentes entidades públicas y privadas han empezado a promocionar el cultivo e implementar acciones encaminadas a replantar la quinua y a conformar su cadena productiva, se sabe que la quinua posee beneficios y bondades, pero los productos y subproductos no se han activado; como lo menciona Montoya, A. Martínez, y L. Peralta, J. (2005) no se realiza un trabajo en conjunto con productores, transformadores y comercializadores.

Una vez detallada la información encontrada de la hidrólisis proteica, se espera a través de esta investigación potenciar el cultivo y el desarrollo de productos a base de quinua, como en los alimentos funcionales, o con adiciones de componentes funcionales. Estos procesos aquí plasmados se lleven a cabo en gran escala, es por esto, que en el presente documento se encuentran las diferentes funciones, procesos y tendencias en la industria, de igual forma, los cambios en las formas de producción y prácticas ancestrales por parte de los cultivadores, ellos, han encontrado en la quinua un producto para el futuro.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar los procesos de hidrolizados proteicos a partir de la quinua (*Chenopodium quinoa willd*).

Objetivos Específicos

Identificar procesos de obtención de hidrolizados de quinua.

Registrar las investigaciones realizadas sobre las propiedades nutricionales y funcionales de hidrolizados de quinua.

Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica en el navegador Google Chrome, este tiene capacidad para encontrar contenido web para hacer una búsqueda más eficiente se utilizando los siguientes métodos de búsqueda:

- Primero se realizó la búsqueda usando las comillas, “clasificación de la quinua” ayudando a limitar los resultados y ser más precisos al momento de realizar la consulta.
- En la búsqueda de tesis y trabajos de grado relacionados con el proceso de la quinua se utilizó el (allintitle) el cual lleva a la página web directamente.
- Se uso el operador “AND” “Composición Quinua" AND "Hidrolizados proteicos".
- Se logro localizar los registros que coinciden con lo especificado en las comillas y anteceden el operador.
- El operador OR (O) utilizado para la búsqueda de macronutrientes OR micronutrientes.

Y para completar la búsqueda se utilizó la herramienta scholar Google la cual sirve para encontrar texto, artículos y libros que ayudan en la monografía, esta herramienta es de carácter académico, es muy diferente a Google Chrome.

Generalidades de la Quinua

La quinua es un cereal que tiene una composición muy nutritiva, es un grano que se agrupa en la familia de las acelgas, remolachas y espinacas catalogado como pseudo cereal, contiene saponinas estas son estructuras triterpenoides, la principal es la sapogenina esta es el ácido oleanólico también tenemos la sapogenoles, hederagenina y ácidos fitolacagénico; así mismo, contienen antocianinas, flavonoides, aceites esenciales, ácidos fíticos, y taninos, esta semilla su fuente rica en proteínas y almidones. (Muñoz, M. 2011)

Clasificación e Importancia de la Quinua

El nombre botánico de la quinua es *Chenopodium quinua* Willd. Nombres comunes de acuerdo con R. Miranda (2007):

- Quechua: kiuna, quinua, parca
- Aymara: supha, jopa, jupha, jaira, ccallapi, aara, ajara.
- Español: quinua, quiqua, kinoa, triguillo, trigo inca, arrocillo, arroz del Perú
- Portugués: arroz miúdo do Peru, espinafre do Peru, quinua.
- Inglés: quinua, quinua, kinoa, sweet quinua, White quinua, peruvian rie, Inca rice
- Alemán: Reisspinat, Peruanice Reisspinat, Reis Melde, Reis-Gerwacks

Clasificación Botánica

La quinua fue clasificada por primera vez por el color de su planta y el fruto, las semillas presentan estados fenológicos, coloración de los genotipos que dan una variación desde el verde, purpura, amarillo, naranja hasta el rojo (Arenas,L. 2017). Además de la forma del fruto y el sabor de los granos, se debe tener en cuenta las características de la planta teniendo clara las normas taxonómicas, para dar más claridad la quinua pertenece a la familia de la

Amaranthaceae, subfamilia *Chenopodioideae*, el género *Chenopodium* siendo el principal dentro de la sub Familia; a nivel mundial posee una amplia distribución, aproximadamente 250 especies indicando una variabilidad genética (FAO, 2018). A continuación, en la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de la quinua, encontrando el reino y la *Plantae* de la quinua.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de Chenopodium quinua

Reino	<i>Planta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	Caryophyllales
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Subfamilia	<i>Chenopodioideae</i>
Tribu	<i>Chenopodieae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i>

Nota. Bojanic (2011, p.22)

En 1917 el autor Gonzáles fue el primero en clasificar la quinua, esta fue proveniente del altiplano boliviano, el contenido de la saponina que presentan el pericarpio del grano varía entre 0,1 y 5 % y localizó cuatro especies, *Chenopodium pallidus* de granos amargos, *Chenopodium ruber* de granos rojos y *Chenopodium niger* de granos negros. La clasificación de esta especie es una división Magonoliophyta, clase Magonoliophyta, clase Magnolio sida, subclase Caryophyllidae, orden Caryophyllales, familia

Chenopodiaceae, Genero *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *cellulata*. El *Chenopodium* dentro de la familia *Chenopodiaceae* es el principal. (Bojanic, 2011)

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia *henopodioideae* de las amarantáceas, es una planta herbácea dicotiledónea entre ½ a 2 metros de altura generalmente se auto poliniza y son hermafroditas, cuentan con una semilla de 2.66 mm de diámetro en capsulado en un cáliz, su clasificación también se da por tamaño y uso, están los granos grandes usados como semilla, grano perlado y expandidos; los granos medianos son de consumo directo en hojuelas; los pequeños son usados en harina cruda e instantánea e hidrolizados, los colores más frecuentes en los granos son el blanco, el rojo y negro.

Algunas de las especies y taxones se caracterizan por resistir ataques de plagas y enfermedades, sequías y heladas; también posee tipologías en cuanto al valor nutritivo al igual que la duración del período de producción, es importante resaltar que la variedad de quinua es diferente en la morfología, fenología y composición química de los tejidos; es llamado pseudocereal por que presenta una forma en el grano que no es típica en los cereales (monocotiledóneas), también presenta una composición no usual un original balance de proteínas, grasas y aceites, son varios los atributos de la calidad física de la semilla. (Jhon, 2018)

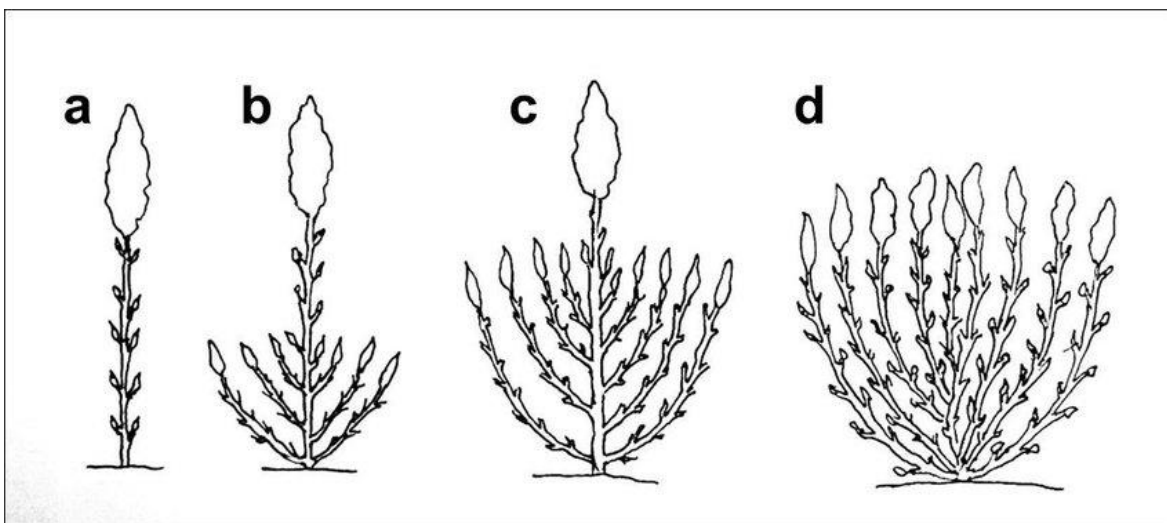
En la descripción botánica y taxonómica de la quinua presenta diversos colores el verde, rojo e intermedios según la importancia entre los pigmentos. El tallo algunas veces presenta ramificación esto depende del eco tipo, raza, y condiciones que se presenten en el cultivo (Padrón, C,2015) sus hojas son polimórficas en una planta; nos indica que en una planta de quinua pueden haber varias hojas y de diferentes formas como se describe a continuación, primeros las basales grandes algunas son triangulares y romboidales y las superiores se encuentran alrededor

de la panoja siendo lanceoladas en su borde, pueden tener hasta 43 dientes dando su forma dentada, de igual forma posee granulos formando una capa y apariencia de arenilla. Estos contienen celulas ricas en oxalato de calcio capaces de retener agua aumentando su capacidad relativa de humedad y disminuyendo la transpiracion (Sosa A, 2019).

La quinua es agrupada en amarantiforme, glomerulada y su designación se retomó por el parecido a la inflorescencia del género *Amaranthus*, por lo cual se llamó amarantiforme (Sosa, A. 2019) la inflorescencia al ser racimosa se le denominó panoja, la cual tiene un eje principal más desarrollado, a su vez los ejes secundarios y los terciarios forman un grupo de flores en un mismo tallo; esta panoja se determina por sus genes dominando la forma glomerulada sobre la amarantiforme, la quinua se encuentra en diferentes colores los granos de color blanco están las imbaya, Nariño Jujuy Camiri entre las 20 clases que hay, los granos color rosado o rojo están las pasancalla y witulla, los granos naranja o amarillo están los amarilla de Marangani y Sayaña, los granos de color negro está el Ara. A continuación, se observa los hábitos de crecimiento de la quinua en la Figura 1.

Figura 1

Hábitos de crecimiento de la Quinua



Nota. Nomenclaturas: A) simple, b) ramificada hasta el tercio inferior, c) ramificado hasta el segundo tercio y d) ramificado con panojas principal no diferenciada. Adaptado de Caracterización de 129 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) De la región puno mediante marcadores microsatélites (p. 118), por R. Cárdenas, 2017, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El fruto es un grano de 2,66 mm de diámetro, de acuerdo, a su variedad es un fruto aquenio indehisciente, su perigonio recubre a la semilla desprendiéndose con una facilidad al ser tocado y frotado. El grano es envuelto por una episperma el cual posee cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, su superficie es rugosa y quebradiza con agua se desprende fácilmente, esta contiene a la saponina. (Arcaya, J. 2018)

Su historia empieza desde los años 7000 A.C., se ha considerado un alimento básico por muchas culturas; la comunidad andina es quien más ha logrado aprovechar el valor nutricional que contienen y como implementarla en la alimentación tanto de humanos, como de animales (Jacobsen, Mujica y Ortiz, 2003; Pando y Castellanos, 2016). Los pueblos han considerado a lo largo del tiempo que la quinua es un cultivo estratégico para la seguridad y soberanía alimentaria por su calidad nutricional, variabilidad genética, entre otras; por su adaptación a diferentes climas y por el bajo costo de producción (FAO, 2011; Peralta et al., 2012) según la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, la quinua es uno de los mejores alimentos por su aporte nutritivo, y alto contenido de proteína (13.81-21.9 %, según la variedad), superior en relación con valores reportados en cereales como el trigo (8.6 %), arroz (9.9 %) y maíz (9.2 %) (Carrasco & Soto, 2010) el grano es destacado por contenido de Lisina que supera al arroz y el trigo por sus aminoácidos (FAO, 2011; Villacrés et al., 2011).

Está compuesta principalmente por proteína, minerales, fibra, lípidos y vitaminas. Es uno de los alimentos de origen vegetal que contiene todos los aminoácidos esenciales (arginina, valina, metionina, isoleucina, fenilalanina, leucina, histidina, treonina, lisina y triptófano) acercándose a los requerimientos establecidos para la nutrición humana según lo reporta la FAO (2011) es importante resaltar que la proteína que contiene es de fácil absorción, permitiendo que al ser consumidas se obtenga todos los beneficios en la salud (Villacrés., et al 2011). A manera general, la proteína de la quinua está compuesta por albumina y globulina, las cuales corresponden entre 35 y 37 % del total (Vilcacundo & Hernández Ledesma, 2017; Janssen et al., 2017), contiene minerales como el calcio, magnesio, fosforo, sodio, potasio, cobre, hierro, zinc y manganeso, dando beneficios a la salud y ayudando a una excelente calidad de vida nutricional; posee un contenido alto en calcio equivalente a otros cereales como el arroz, cebada, trigo y maíz etc. (Romo et al., 2006; Palacios, 2014; Gómez y Eguiluz, 2011).

Esta también domina una gran cantidad de vitaminas a diferencia de otros alimentos como el frijol y la papa, entre las que se encuentran Niacina, Tiamina, Riboflavina, Ácido Ascórbico, Betacaroteno y α -Tocoferol, las cuales se sostienen a pesar de las altas temperaturas a las cuales se somete la quinua en los procesos (Bazile et al., 2014), dependiendo de la variedad, tienen un alto contenido de ácidos grasos, los cuales hacen que sea susceptible a la oxidación por la humedad y cambio de temperaturas durante el almacenamiento. Sin embargo, estos ácidos pueden ser usados en culinaria, cosmética y obtención de aceites vegetales (Bazile, 2014; Palacios, 2014).

El contenido de ácidos grasos insaturados se encuentra en un porcentaje de 56% para el total de los lípidos y de ácido Linoleico, 21% oleico 26% y 4% a 8 % de linolénico, los cuales son importantes para la reducción del colesterol de baja densidad (LDL) y la elevación del

colesterol de Alta densidad (HDL) (Bazile, 2014; Diaz, M. 2018). Es una fuente importante de proteínas usada en la elaboración de concentrados e hidrolizados, se aprovecha los oligopéptidos que proporcionan aminoácidos esenciales permitiendo la asimilación de las proteínas, este proceso beneficia a las personas con regímenes especiales ayudando la ingesta en el organismo (Parra, 2009; Souza et al., 2008) además en la industria sus propiedades tecnológicas pueden ser aprovechadas tanto por su valor biológico como proteico (Elsohaimy, Refaay & Zaytoun, 2015).

Composición de la Semilla

Como se puede observar en la tabla 2 se encuentra la composición química de granos de quinua:

Tabla 2

Composición química de granos de quinua

Componente	Contenido (g/100 g Peso fresco)
Proteína	12.5 – 16.7
Grasa	5.5 -8.5
Ceniza	3.0 – 3.8
Carbohidratos	60.0 – 74.7
Fibra cruda	1.92 – 10.5

Nota. Vega-Gálvez y Col (2010)

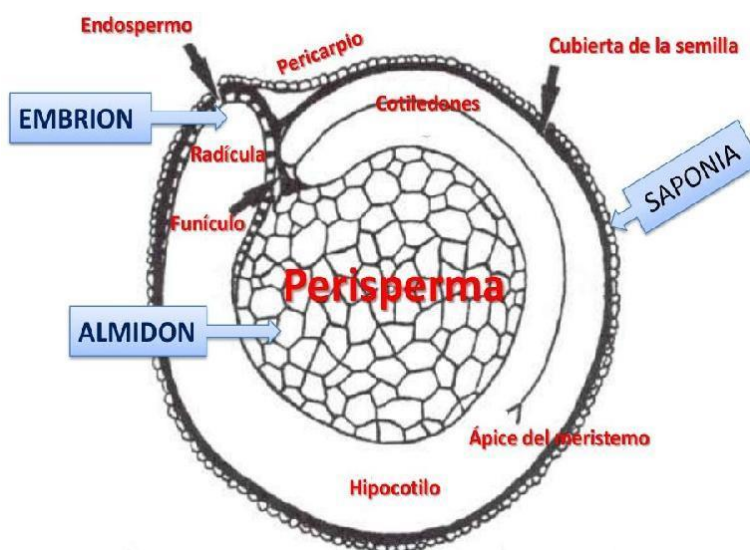
La semilla posee tres partes, la primera es donde se ubica la saponina llamada episperma, encontramos el embrión como segunda parte, su forma está constituida por dos cotiledones y un radical este hace el 30 % del volumen del total de la semilla, recubriendo el perisperma con una forma de anillo, con un 60% de la superficie de la

semilla, encontramos el perisperma primer tejido de almacenamiento este está constituido por granos de almidón de color blanquecino. (Arenas, L. 2017)

Composición de la semilla, en esta figura 2 encontramos el embrión, almidón, la saponina y el perisperma entre otros los cuales componen la semilla de quinua.

Figura 2

Composición de la semilla



Nota. Adaptado de Calidad y germinación de semillas de Quinua, *Chenopodium quinoa willd.* Almacenadas por productores, por A. Arenas, 2017, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

La germinación es el proceso que da inicio a la imbibición, es la absorción de agua por la semilla dada por la diferencia de potencial hídrico, la absorción se da por el tejido de reserva generada en una velocidad intermedia hasta que se completa la hidratación, continuo con la actividad enzimática para que la plántula obtenga un excelente desarrollo y transformación metabólica ocurriendo una reducción considerable de absorción de agua, ahora se encontró la fase de crecimiento incrementan la actividad metabólica,

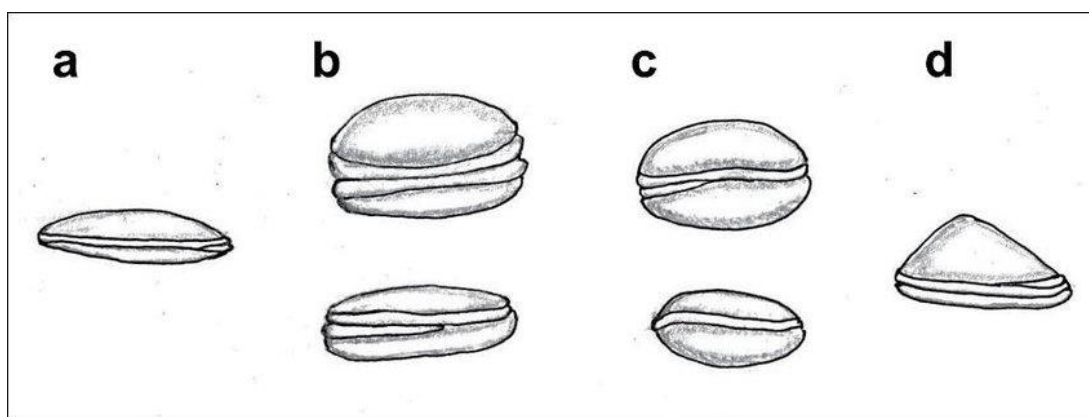
emergiendo la radícula sobreviniendo una segunda actividad de absorción de agua, debido a la germinación, es un proceso en el cual influyen factores externos e internos.

(Arenas, L. 2017)

La quinoa es muy tolerante a condiciones de suelos salinos con pH de 6-8.5 con temperaturas frías de -1°C a 35°C, su eficiencia para el uso de agua y materia orgánica son por su actividad estomática y raíces (Sosa, A. 2019). La quinua cuenta con una gran variedad de beneficios, son libres de gluten, ideales para adelgazar, rica en proteínas y baja en grasas, lleva todo los aminoácidos esenciales, bajo índice de glucémico, ayuda a reducir el colesterol entre otras; la semilla posee una variedad de formas, en el grano se observa las de tipo cilíndrica, cónica, lenticular y elipsoidal. Su descripción se da en un descriptor para quinua y también por sus parientes silvestres (Arenas, L. 2017). Se observa en la figura 3 las diferentes Formas de granos de quinua que existen.

Figura 3

Formas diferentes del grano de quinua



Nota. Nomenclaturas: A) lenticulares, b) cilíndricas, c) elipsoidal y d) cónicas. Adaptado de Caracterización de 129 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) De la

región puno mediante marcadores microsatélites (p. 120), por R. Cárdenas, 2017, Universidad Nacional Mayor de san Marcos.

Usos de la Quinoa

La quinoa es usada como suplemento en la industria de la harina, puesto que, a nivel nacional e internacional están en auge los productos libres de gluten y está no se podía quedar atrás. A través del tiempo se ve la necesidad de adquirir alimentos que contengan concentrados proteicos de alta calidad, cabe resaltar que el embrión de la semilla de quinoa tiene un 40 % de proteína, siendo utilizado el concentrado del embrión de la semilla para procesos en alimentos para niños; una variedad de productos como lo son la carne vegetal, mortadela, harina precocida, pastas, leche gelificada entre muchas otras, encontrándose como base fundamental la quinoa (Sosa, A. 2019), por otra parte, encontramos que la quinoa esta siendo utilizada en otros lineamientos de la producción como lo son los cosméticos, farmacéuticos y subproductos alimenticios siendo más fuerte su uso a nivel industrial (Terry, V. 2015).

Dentro de los usos de la quinoa están los tradicionales, en estos se encuentran las preparaciones tradicionales como lo son las sopas, la mazamorra semiespesa (lawa), panecillos cocidos, fritos, tipo bola, harina de quinoa, chicha de quinoa y hojuelas tiernas de quinoa (Bojanic, 2011). Para el uso medicinal se aplica los ritos tradicional utilizando los tallos, las hojas y el grano como fines curativos, estas aplicaciones son de modo externo acompañados de otro elementos como vinagres y aceites entre otros (Cornejo, 2019), también es usual encontrar su uso en la elaboración de productos semielaborados y elaborados a base de quinoa como los cereales, hojuelas, bebidas y papillas (Navia, N. 2019), entre los tantos usos que se le da a la quinoa, encontramos la extracción de aceite del almidón y la saponina, leche de quinoa,

concentrados proteicos y la extracciones de colorantes de las hojas y semillas (Almeida, A. 2018).

Es un alimento que se puede emplear en la industria de alimentos para humanos y animales, su utilización se da en grano entero o en harina, a partir de esta se pueden preparar diferentes clases de comida; en la alimentación animal se utiliza la planta como forraje verde. En la industria de la panificación, se puede utilizar en la elaboración de galletas, dando un producto saludable. Algunos investigadores, han desarrollado galletas con alto valor nutritivo, mayor contenido de fibra, bajas calorías y sin comprometer su aceptabilidad sensorial (Velázquez et al. 2014). De igual forma se ha planteado el desarrollo de alimentos de consumo masivo de mayor calidad nutricional a base de cereales diferentes tales como la quinua, dando como ejemplo la pasta, que obtiene mayor calidad nutricional y excelente aceptación, pues se logró que la pasta obtuviera mayor porcentaje de proteína y fibra (Astaiza, 2010).

El consumo de bebidas a base de frutas, vegetales y cereales se ha incrementado, generando el desarrollo de productos a base de quinua que contienen un alto valor nutricional llevándolos a ser parte de la industria de las bebidas; tan sencillo como emplear quinua y agua para someterla a un tratamiento térmico, desarrollando productos de diferentes sabores y aromas, con resultados positivos para la industria. (Mäkinen, et al., 2013)

Así mismo, el consumo de comida sana fácil de preparar y consumir, han llevado a la búsqueda de nuevos productos como los snacks (bocadito o comida rápida) en porciones pequeñas individuales de fácil consumo y manipulación que no requieren preparación previa al consumo, este se puede realizar a cualquier hora del día, como las barras de cereal que obtienen una buena aceptación a nivel sensorial demostrado que la barra de

quinua es una buena elección. De la misma forma entra a la industria del cereal y hojuelas para el desayuno, obteniendo un excelente rendimiento y cumpliendo con todos los protocolos de estandarización de las hojuelas de maíz, llevándola a un mejor rendimiento y siendo aceptada por el mercado, contiene el 21.8% de quinua. (Delgado y Barraza 2014)

Se puede encontrar en la industria de la confitería en chocolates y mermeladas y como extensor en la industria cárnica, aportando cantidades de proteína superior a la suministrada por la harina de trigo; igualmente la textura de los productos elaborados con harina de quinua es significativamente mayor, claro, dependiendo del grado de remoción de las saponinas, no se detectan diferentes sustancias en el aspecto y el sabor. (Nidia C, Sandra C, Diana M, Gloria G, 2016)

Características Nutricionales de la Quinua

La quinua es considerada un alimento con un valor nutricional excepcional pues desde tiempos prehistóricos se ha usado como alimento prioritario y a veces exclusivo de las proteínas animales, en la quinua hay una calidad de proteínas que supera a otros cereales, es la combinación de mayor proporción de aminoácidos esenciales otorgándole un alto valor biológico y considerado como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (Muñoz, M. 2017); la proteína que posee la quinua es rica en histidina, lisina y aminoácidos este último es limitante en los granos de cereales, por lo anterior se le da un alto valor nutritivo, también es importante resaltar que su pericarpio almacena un esteroide (saponina) dándole el sabor amargo presentando cierta toxicidad (Romo, 2006).

Componentes

Se denomina a la quinua un pseudocereal por su alto contenido de carbohidratos principalmente su almidón, aunque cabe resaltar que el contenido de grasa y proteína es superior al contenido de los otros cereales, se encuentra en gránulos pequeños, presenta amilosa, azúcares libres que están localizados en el perisperma también encontramos la fibra soluble e insoluble, se gelatiniza a 55 y 65°C cuenta con un almidón total de 7,80 % (Romo, 2006). Dentro de las características nutricionales de la quinua es importante mencionar el almidón, ya que contiene entre 7 a 12 % de amilosa y 88 a 93% de amilopectina (Pisfil, 2017).

La quinua aporta unos beneficios importantes dentro de la salud como lo son la proteína, ácidos grasos insaturados, minerales (calcio, hierro y magnesio), también están las vitaminas como E, B1, B2, niacina y fósforo provocando una sensación de saciedad al consumir un mínimo de 7 gramos de quinua cruda, aporta los beneficios ya mencionados. (Ballester, J. 2020)

Valor Nutricional

Su principal valor nutritivo es el contenido de proteína, este valor se mide con base en dos factores: el balance de los aminoácidos y el contenido de los llamados aminoácidos esenciales, este pseudocereal sobre sale ya que contienen 16 de los 20 aminoácidos existentes, a todas estas debemos sumarle el almidón, la grasa, los minerales y las vitaminas. (Ramirez, G. 2018)

La quinua posee una mayor concentración de proteína y menor cantidad de grasas que el trigo, el arroz y el maíz, con beneficios excepcionales permitiéndonos considerarla y catalogarla como un buen alimento, puesto que no solo el grano, si no las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteína de alta calidad; esta posee un alto contenido de fibra dietaría total convirtiéndolo en un alimento depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas de acuerdo con Ramirez (2016), todas estas propiedades son importantes en el desarrollo de nuevos productos nutricionales optimizando el proceso de germinación de la semilla de debido a que esta es una fuente de buena calidad de nutrientes confiriéndoles propiedades nutricionales con alto contenido de proteína, compuestos fenólicos, entre otros ayudarían a mejorar aún más su valor nutritivo (Navia, N. 2019). A continuación, la tabla 3 indica los componentes de la quinua evaluados en porcentaje revelando el valor nutricional que posee está.

Tabla 3

Valores nutricionales de aminoácidos en la quinua en porcentaje (%) evaluado en 100 gr

Componentes (%)	Quinua
Grasas	6.1 %
Hidratos de Carbono	71%
Calorías (100g)	350%

Proteínas	2,8%
Histidina	3,9%
Isoleucina	6,9%
Lisina	6,3%
Metionina + Cisteína	3,7%
Fenilalanina + Tirosina	7,2%
Treonina	3,4%
Triptófano	1,1%

Nota. Pisfil (2017)

Según lo mencionado por la FAO (2013), el valor nutricional de la quinua es reconocido por su proteína de alta calidad, especialmente en aminoácidos esenciales y su contenido de carbohidratos, originando bajos índices de glicemia, es decir, una mejor calidad nutricional y funcional en comparación a otros granos de cereales ya que la quinua posee 6 diferentes vitaminas, 222 kcal, 9 minerales diferentes, agua, proteínas, carbohidratos, grasas, fibra y azúcares en una porción de 185g de quinua. A continuación, en la tabla 4 vemos los nutrientes de la quinua valorada en 100 gramos.

Tabla 4

Contenido de nutrientes de la quinua con sus respectivas unidades valoradas en 100 g

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
Agua	G	13,28
Energía	Kcal	368

Energía	KJ	1539
Proteína	G	14,12
Lípidos Totales (grasa)	G	6,07
Cenizas	G	2,38
Carbohidratos por diferencia	G	64,16
Fibra total dietaria	G	7,00
Almidón	G	52,22
Calcio, Ca	Mg	47,00
Fierro, Fe	Mg	4,57
Magnesio, Mg	Mg	197,00
Fósforo, P	Mg	457,00
Potasio, K	Mg	563,00
Sodio, Na	Mg	5,00
Zinc, Zn	Mg	3,10
Cobre, cu	Mg	0,59
Manganeso, Mn	Mg	2033,00

Selenio, Se

 μg

8,50

Nota. Bojanic (2011)

Bojanic (2011), comenta que es importante resaltar que a pesar del contenido excelente de nutrientes que contiene la quinua, al estar en harina cruda y sin lavar no dispone de todos los aminoácidos de la proteína, puesto que interfieren sustancias glucósidos denominadas saponinas, de igual forma dando un sabor desagradable al paladar (amargo). La quinua presenta propiedades terapéuticas gracias al contenido de aminoácidos, entre los que están la Lisina característica que forma anticuerpos favoreciendo el sistema inmune, de igual forma participa en la restauración de las células transporta y absorbe el calcio.

Macronutrientes

Los macronutrientes son sustancias que proporcionan energía al organismo haciendo que este tenga un buen funcionamiento, se requieren en grandes cantidades por eso se dan en gramos, ya que aportan energía que necesita el cuerpo en las reacciones metabólicas, al igual que en la construcción del tejido, el sistema y todas sus funciones corporales.

(Ramírez, G. 2018)

Los macronutrientes más importantes son los glúcidos, en la quinua se encuentran los carbohidratos, las proteínas, elementos esenciales e importantes de la quinua y por último están los lípidos refiriéndose a los ácidos grasos, grasas, ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados. (Almeida, A,2018)

De acuerdo a la FAO (2013) la quinua se definió como el super alimento según la ONU, por su alto valor nutricional, ya que la quinua es el grano que aporta más nutrientes por cada 100 calorías; apoya los procesos gástricos, interviene en el metabolismo de los ácidos grasos, y al consideración retrasa o imposibilita metástasis cancerosas al mismo tiempo con la vitamina C,

los valores de proteína que van entre el 12 y 24 % son superiores a otros cereales y al ser lavada presenta una pérdida de proteína del 0,5% en comparación con otros granos. A continuación, en la tabla 5 encontramos el contenido de macronutrientes en 100 gramos de quinua.

Tabla 5

Contenido de macronutrientes en el grano de la Quinua

100g	Quinua
Energía (kcal)	306
Proteína (g)	13,8
Grasa (g)	5,5
Carbohidratos (g)	49,2
Fibra dietética (g)	7,9

Nota. FAO (2015) Propiedades nutricionales de la quinua.

Proteínas

La quinua es un alimento que contiene un alto valor biológico, entre sus aportes más destacados están la proteína que contribuye todos los aminoácidos esenciales y no esenciales, por eso es considerada el alimento más completo. La proteína varía según la clasificación y variedad de la quinua, por lo tanto es importante identificar la variedad de quinua y proteína, puesto que posee más 250 especies de quinua donde encontrar proteínas, mencionado por la FAO(2013). Así mismo, Bojanic (2011) establece que 100 gramos de quinua contiene el triple y hasta el quintuple de lisina, el doble de isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, valina y cantidades de leucina, sin dejar afuera el triptófano estos son aminoácidos esenciales haciendo el símil con 100 gramos de trigo (Vioque, J. 2018) es importante mencionar los aminoácidos no esenciales que de igual

forma triplican al trigo en la comparación estos son histidina, arginina, glicina y alanina, y algunos que no poseen el trigo, pero si se encuentran en la quinua, como lo son la prolina, ácido aspártico, ácido glutámico la cisteína, tirosina y la serina (Arenas, L. 2017).

Asimismo, la cantidad y calidad de las proteínas convierten a la quinua en un alimento que está en la dieta vegana puesto que no contiene gluten haciendo parte importante de la dieta de ellos, para los celíacos (trastornos en la absorción de gluten) la quinua está dentro de su dieta, ya que, a diferencia de otros granos, la quinua contiene proteína y no contiene gluten y siempre está sobresaliendo, por ello, se ha generado un consumo masivo. (Mera, L. 2018)

Grasas

La quinua contiene alrededor del 5,5% de porcentaje de grasa, el 2,25% es grasa poliinsaturada teniendo omega 6 (ácido linoléico) y en cantidad menor de omega 3 (ácidos linolénico) (Mera, L. 2018), estos conforman las neuronas, desarrollo de su cerebro, por eso es importante su consumo (Muñoz, M. 2011), las grasas monoinsaturadas y las polisaturadas que ayudan a la formación de estructura y funcionalidad del sistema visual y nervioso, incorporarlo en la alimentación ya que disminuye el nivel de colesterol total y el colesterol LDL (Flores, 2016), en segundo lugar encontramos el omega 9 (ácido oleico), los aceites de omega 3 (ácidos linolénico) por último el ácido palmítico, todas estas grasas de la quinua cobran gran importancia por la actividad beneficiosa en el organismo (Bojanic, 2011). Es importante mencionar el alto valor que contiene los ácidos grasos insaturados, para la obtención de aceites vegetales finos, se ven reflejados en la recuperación de las enfermedades cardiovasculares (Cornejo, 2019).

Carbohidratos

Los carbohidatos mas importantes de la quinua son: los azucares, el almidón, y la fibra, aporta una gran cantidad de carbohidratos complejos como fuente de energia (Fennema, O. 2010) el contenido de fibra en la quinua es importante ya que en ellas se destaca las principales propiedades, una de ellas son las fribas insolubles que en comparacion con las legumbres son menores (Sosa, A. 2019), la fibra es considerada un carbohidrato completo ya que se produce de forma natural en el grano de quinua la quinua posee 58 % de almidón con un bajo indice glicemico los granulos de almidón son mas quequeños que otros cereales (FAO, 2013; Fennema,O. 2010; Gonzales, B.2020).

De acuerdo con Ballester (2020) la fibra insoluble que contiene este pseudo cereal se asemeja a la fibra de verduras y frutas por su composición, en los carbohidratos se encuentra que la fibra de quinua esta en el almidón ya que este la hace mas resistente, cabe resalta que el tratamiento que se aplica interfiere en el contenido final. Los beneficios que se obtienen con la fibra dietaria son invaluablees puesto que los componentes bioactivos que influyen en el proceso hacen que el producto tenga un potencial significativo, donde resaltan las vitaminas, minerales antioxidantes y almidones resistentes, recogiendo todo los carbohidratos importantes de la planta haciendo de ella una fibra dietria benefica (Almeida, A. 2018).

La semilla de quinua contiene almidón y azucares que son fuentes de energía que se pueden utilizar de muchas formas para aprovechar su potencial ya que le da al organismo una cantidad importante de fibra, es importante recordar que estos beneficios los encontramos en el granulo y que dependiendo de su variedad depende su porcentaje de carbohidratos (Padrón, C. 2015). Los granos de quinua que encontramos en diferentes variedades poseen azucares libres en pequeñas cantidades, aquí un ejemplo en g/ 100 g de materia seca encontramos que 1,70 de

glucosa, el 0,20 de fructuosa, el 2,90 sacarosa y 1,40 de matosa estos hacen parte de los carbohidratos que son importantes en el pseudo cereal (Mera, 2018).

Micronutrientes

Los micronutrientes son componentes esenciales en una dieta balanceada de alta calidad fundamental para la salud estos son las vitaminas y los minerales, se requieren mínimas cantidades, pero son muy importantes y elementales para el cerebro, los huesos y el cuerpo estos micronutrientes ayudan a mantener el cuerpo sano. (Arze, A. 2016)

Vitaminas y Minerales

La quinua es un grano rico en vitaminas, las mas importantes en ella son: vitamina B2 (riboflavina) y ácido fólico, a seguirle en su porcentaje la vitamina B1 (tiamina) y en menor cantidad la vitamina B3 (niacina), y le siguen la vitaminae, disminuyendo su contenido al ser cocida, no podemos dejar atrás el hierro, magnesio, zinc y potasio (Gonzales, A. 2020). Es importante tener en cuenta que los datos de vitaminas encontrados en la quinua varian, ya que esta es sometida a procesos de lavado, pulido (pelado abrasivo) todos estos procesos son requeridos para disminuir su contenido de saponina y a su vez modifica el contenido de vitaminas del grano (Ballester, 2020).

Las vitaminas están divididas en dos grupos las hidrosolubles y liposolubles, estas se dan de acuerdo a su solubilidad, en el grano de quinua se presentan una serie de vitaminas importantes en el organismo como lo son la vitamina A siendo vital para la visión, el desarrollo del embrión, la diferenciación celular, la respuesta inmunitaria, el apetito, el gusto la audición y el desarrollo (Sosa, A. 2019) la vitamina E por su estructura ayuda a mantener la membrana celular protegiendo los tejidos del sistema nervioso, el músculo y la oxidación de la retina, contiene propiedades antioxidantes impidiendo la peroxidación de los lípidos, en el grano se encuentra en

un rango de 4,60 a 5,90 mg, esta se da en vitamina E / 100g de materia seca, es importante mencionar otras vitaminas que favorecen el sistema y se encuentran en la quinua (Pisfil, 2017).

Como puede observarse en la tabla 6, el contenido de las vitaminas que posee los granos de quinua son: vitamina A, E, Tiamina, Riboflavina, Niacina y Acido ascórbico.

Tabla 6

Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100g de materia seca)

Vitaminas	Rango
Vitaminas A (carotenos)	0,12 mg – 0,53 mg
Vitaminas E	4,60 mg – 5,90 mg
Tiamina	0,05 mg – 0,60 mg
Riboflavina	0,20 mg – 0,46 mg
Niacina	0,16 mg – 1,60 mg
Acido Ascórbico	0,00mg – 8,50mg

Nota. Bojanic (2011)

El grano de quinua contiene la gran mayoría de minerales en un nivel superior que los demás granos o cereales los minerales son: fosforo, calcio, hierro, potasio, magnesio, magnesio, zinc, cobre y litio (Flores, Y. 2016) la quinua contiene calcio que es un mineral de fácil absorción ayudando a evitar la descalcificación y la osteoporosis, ya que esta es responsable de los tejidos duros y blandos del organismo también de la regulación de la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos y la coagulación sanguínea, un porcentaje alto de hierro, fosforo y manganeso a comparación del trigo y arroz, la quinua contiene magnesio 270 mg/ 100g de

materia seca, de zinc la quinua aporta 4,8 mg/100 g de materia seca y posee cantidades pequeñas de litio y cobre (Arenas, L. 2017).

Hidrólisis de la Quinua

La hidrólisis proviene de la palabra griega hidro, su significado es agua y lisis es ruptura. Se dice que la palabra hidrólisis es ruptura del agua, su reacción se da en sustancias diferentes o ambos iones de agua, los cuales generan dos productos evitando transferencia de electrones. (González, A. 2009)

En la hidrólisis su composición final dependerá de las fuentes proteicas de la quinua, del tipo de proteasa usada, las condiciones y el grado de hidrólisis alcanzada en la reacción, todos estos procedimientos dan como resultado un hidrolizado, el cual es utilizado en la tecnología alimentaria ya que sus propiedades y funciones son importantes. (Benitez, 2008)

Hay una variedad de técnicas empleadas para la obtención de un hidrolizado entre los cuales está el tamaño de los péptidos, determinación del grado de hidrólisis, contenido de aminoácidos, péptidos y distribución de pesos moleculares también es importante tener en cuenta la matriz proteica en algunos casos, el tipo de enzima, la cinética de reacción el cual nos da el mejor grado de hidrólisis (Almeida, 2018).

Metodología para la Obtención de Hidrolizados Proteicos

Los hidrolizados son una alternativa de aprovechamiento, obteniendo un producto con mayor valor agregado, recuperación de péptidos funcionales y tratamientos de residuos agroindustriales; hidrólisis proteica se da en la ruptura química o enzimática, la hidrólisis química la cual se genera en una base o ácidos fuertes destruyendo algunos aminoácidos dificultando el control de proceso, y tenemos la hidrólisis enzimática que usa enzimas proteolíticas dándole un valor nutricional o funcional al producto final. (Salazar, 2009)

En el año 2016 F. Nazate, obtuvo un hidrolizado proteico de quinua a partir de aislados por dos métodos diferentes: el obtenido por precipitación isoelectrica, el cual posee un contenido de proteína mayor que el que se obtuvo por vía enzimática. Para el hidrolizado, trabajó con el aislado obtenido por precipitación isoelectrica (66,21% de proteína), consiguiendo un grado de hidrólisis del 13,37% de aminoácidos liberados en relación con la proteína original, obteniendo un contenido total de 73,41% de proteína en el hidrolizado. La evaluación de las propiedades funcionales y nutricionales del hidrolizado proteico de quinua, arrojó un índice de dispersibilidad de 83,71%, solubilidad de la proteína de 85,35%, capacidad espumante de 125% de volumen a pH 10, capacidad de retención de agua 0,33 g/g proteína; aceite 0,56 g/g proteína y una digestibilidad de la proteína hidrolizada de 87,75 g/g (Quelal, 2019).

Callisaya y Alvarado (2009), realizaron un estudio para aislar proteínas de quinua por precipitación isoelectrica, concluyendo que el pH tiene un efecto moderado en el rendimiento del producto y un efecto mayor en su apariencia física. Obtuvieron aislados proteicos con buena apariencia física en un rango de pH 4,5 a 5,3, y un pH por debajo de 4,0 lo que hace que la proteína precipite, además, que la solubilidad de las proteínas aisladas en función de la temperatura aumenta en el rango de 35 a 45°C siendo menor a temperaturas mayores, además de observarse la desnaturalización de la proteína (Callisaya, 2009).

Hidrólisis Enzimática de la Quinua

La hidrólisis enzimática de proteínas es utilizada constantemente en la tecnología alimentaria por las propiedades funcionales y nutricionales, entre las cuales se encuentra la emulsificación, capacidad espumante, y solubilidad; también es importante tener presente que el uso de los hidrolizados dependerá de la fuente proteica en las cuales se encuentra la acción de enzimas proteicas y el tipo de proteasa usada, las condiciones y el

grado de hidrólisis alcanzado, todo estos procesos se pueden dar en la hidrólisis enzimática de proteína hasta péptidos o aminoácidos. (Benítez. 2008)

Para la hidrólisis enzimática se debe tener en cuenta las variables como temperatura y pH ya que estas pueden afectar el proceso, se debe elaborar en condiciones moderadas, controlándose mediante la inactivación de enzimas; es importante tener en cuenta que la desventaja al realizar este proceso es que encarece el producto (Salazar, 2009). Los procesos de hidrólisis pueden aplicarse a aislados proteicos, incrementando la eficiencia del proceso y la calidad de la proteína. Un aislado proteico se caracteriza por contener al menos el 90 % de proteínas, teniendo en cuenta que la materia prima a partir de la cual se obtiene, puede tener un contenido de proteínas mucho menor al 90%, la producción de un aislado proteico consiste en la concentración y/o purificación de la proteína hasta llegar al 90% (Ulloa et. Al 2012).

Hidrólisis Ácida de la Quinua

Es un proceso donde se cataliza la escisión de un enlace químico mediante un ácido prótico como el ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, esta se puede usar diluida o concentrada, si es diluida, la temperatura y presión son altas su reacción se puede dar en 1 a 4 horas, en las concentradas se emplea H_2SO_4 o HCL concentrado en un reactor de flujo continuo este proceso se usa para liberar la hemicelulosa, el tiempo para la reacción es más largo generando una conversión más completa de la celulosa y la hemicelulosa, todos estos procesos se hacen con el fin de perfeccionar la recuperacion de los azucares y acidos empleados (Martínez, 2014).

Para la obtención de azucares reductores a partir del cereal de la quinua es importante manejar la técnica de la hidrólisis del almidón puesto que se obtiene un mayor rendimiento si se usa el ácido sulfúrico al 1 % para la hidrólisis ácida se obtendrá un rendimiento del 127% este proceso se lleva a cabo en la embriogénesis de la quinua con un rendimiento de 0,27 %

demostrando que es un buen desarrollo a la técnica de hidrólisis ácida (Arze, 2016). En los procesos de hidrolizados ácidos, es importante tener en cuenta las condiciones de presión y unas temperaturas altas estas pueden ser diluidas o concentradas es importante tener en cuenta que los tiempos para la reacción son diferente las concentradas los tiempos son más largos que en las diluidas, de igual forma es importante recordar las funciones de los grados de hidrólisis y los tipos de enzimas a utilizar y sus concentraciones (Almeida, 2018).

Hidrólisis Alcalina de la Quinoa

Son tres tipos de reacciones que tiene la sustitución nucleófilo, está la hidrólisis alcalina de las amidas y los ésteres, su reactivo nucleófilo es el ion carbonilo o hidróxido (Vioque, J. 2018). La hidrólisis alcalina es un método utilizado para la determinación de porcentaje del triptófano, en este proceso la proteína es tratada con bases fuertes a altas temperaturas y presiones bajas por largo tiempo, cuando se obtiene un buen proceso las ventajas se ven en el triptófano no se descompone, pero si descompone otros aminoácidos (ulloa, J. Ramirez, J. Et. Al, 2012).

Características Nutricionales y Funcionales del Hidrolizado de Proteína de la Quinua

Una de las características más importantes en el hidrolizado proteico es que tenga los mejores parámetros de temperatura, tiempo, pH, concentración de H_2SO_4 (ácido sulfúrico) y tipos de enzima estos en todos los tratamientos de hidrólisis acida, enzimática, alcalina y sales el grado de hidrólisis en estos procesos se debe tener en cuenta el mayor porcentaje (Almeida, 2018), además debe tener unas propiedades funcionales como la solubilidad, dispersibilidad y capacidad de formación de espuma para ser utilizada como suplemento proteico, actuar como agente antihipertensivo o antioxidante dando un cambio importante en la industria alimentaria (Quelal, 2019).

Una de las características importantes de los hidrolizados proteicos es la aplicación que se le da entre las cuales tenemos los suplementos dietarios los cuales manejan la alimentación para la tercera edad, nutrición deportiva y la dieta para adelgazar; también estas dietas médicas en la que se encuentran los hidrolizados hipoalérgicos, regulación de la piel y tratamientos de errores metabólicos congénitos todas estas aplicaciones hacen que el producto final sea el mejor con las condiciones que se requieren para un buen uso en los diferentes pacientes, incluso se ve que ya se está utilizando para los diabéticos (Vioque, J. 2018).

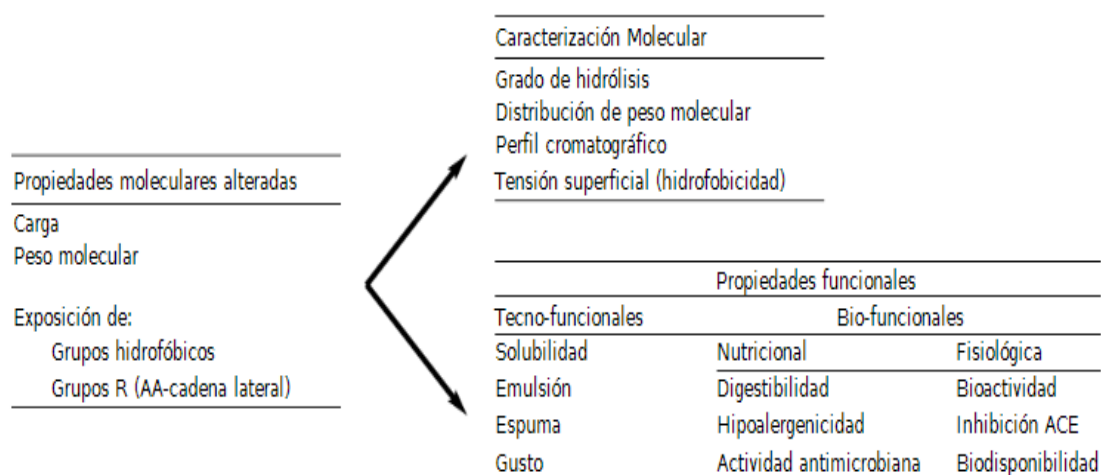
Propiedades Funcionales de los Hidrolizados Proteicos

Las propiedades funcionales de las proteínas se ven afectadas por los cambios moleculares, los cuales se pueden detectar por métodos analíticos que reflejan una o muchas propiedades fisicoquímicas de la molécula, produciendo la disminución de peso molecular, el aumento de la carga y la liberación de grupos hidrofóbicos u otro fenómeno. Estos cambios se dan debido a la hidrólisis y a su vez las propiedades nutricionales de la hidrólisis manifiestan que su digestibilidad aumenta y reduce la alergenicidad comparándolas con las proteínas parentales,

las cuales incluyen bio actividades potenciales del hidrolizado (Benítez, Ibarz y Pagán, 2008), como se muestra a continuación en la figura 4 observamos los cambios de las características de la proteína con respecto a la hidrólisis.

Figura 4

Cambios de las características de la proteína debido a la hidrólisis



ACE: Enzima convertidora de angiotensina.

Nota. Adaptado de Hidrolizados de proteína: Procesos y aplicaciones. Vol.42. (p. 227-236), por R. Benítez, A. Ibarz, J. Pagán, 2008, Acta bioquímica clínica latinoamericana.

Para la extracción y aislamiento de las proteínas se debe conocer las propiedades puesto que estas nos permiten evaluar y predecir el comportamiento de la proteína, las propiedades más importantes entre ellas están la solubilidad, proceso que ayuda a que los alimentos tengan las características que se desean; la desnaturalización es un proceso que pierde la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria; también está la hidratación en este proceso las proteínas tienden a retener una cantidad de agua dando un equilibrio con la humedad relativa; la gelificación proceso de dos etapas desenrollamiento, desnaturalización y la segunda una formación de red que controla el agua (gel) y por último esta la viscosidad función de la red y concentración de polipéptido (Ulloa, J. Ramirez, J. Et. Al, 2012).

Procesos Hidrolizados Proteicos

La hidrólisis es una reacción química entre una molécula de agua y una macromolécula, la molécula de agua se fragmenta y rompe uno o más enlaces químicos, sus átomos pasan a constituir una unión de otra especie química. Este proceso se utiliza para reacciones de sustitución, eliminación y fragmentación, la reacción se da cuando el agua actúa como disolvente. También existe la hidrólisis ácido-base donde el agua se divide en el ion hidroxilo para formar el ion hidronio, esta reacción se da en agua pura dando como resultado un equilibrio llamado auto protolisis, si se adiciona una sustancia como la sal se modifica el equilibrio llevando a una variación del valor del pH, cambiando la constante y obteniendo combinaciones entre ácidos y bases, la que sea más fuerte genera el valor del pH (Morcillo, J., 2020).

La hidrólisis es una reacción opuesta a la condensación, es decir, una molécula orgánica y el agua reaccionan rompiendo un enlace covalente, formando dos moléculas orgánicas con grupos funcionales. El proceso puede llevarse mediante una hidrólisis química donde se requiere añadir ácidos o bases fuertes para catalizar la hidrólisis, o una hidrólisis enzimática la cual se produce mediante un grupo de enzimas llamadas hidrolasas, despliega un efecto catalítico hidrolizante que produce ruptura en los enlaces por agua, para identificarla se nombra el sustrato seguido de la palabra hidrolasa (Mera, 2018).

La hidrólisis enzimática de proteínas se realiza en un reactor que contenga control de agitación, temperatura, pH y tiempo del proceso. Antes de iniciar la hidrólisis se procede a disolver el sustrato en agua hasta que la temperatura y el pH se estabilicen, luego se agrega la proteasa y así comienza el proceso; al progresar se disminuye el pH por la ruptura de los enlaces péptidos, en este caso el pH debe mantenerse en el óptimo de la enzima mediante la adición de

una base diluida. Esta se puede inactivar con calor, reduciendo el pH o retirarse mediante filtración, finalmente precipitando la proteína (Cornejo, 2019).

La hidrólisis se desarrolla en varias etapas, tiene reacciones sincrónicas de ruptura de enlaces, y diferentes especies cargadas en equilibrio, dando una complejidad al proceso. En resumen, se tienen tres reacciones consecutivas: formación de un complejo enzima-sustrato, rotura del enlace amídico obteniendo la liberación de un péptido y se separa por un ataque nucleofílico de una molécula de agua; este proceso se puede reiniciar sobre uno de ellos o los dos nuevos péptidos. (Benítez, Ibarz y Pagán, 2008)

Algunos estudios realizados para la obtención de un hidrolizado de quinua por vía enzimática han encontrado que el proceso sobre la base de 1 kilogramo de harina de quinua permite obtener el 80 a 85 % de material hidrolizado, del 20 al 15 % de residuos celulósicos, proteínas e hidratos de carbono no digeribles por las enzimas, teniendo como resultado los valores óptimos del 10,0% de concentración de sustrato, 60°C de temperatura, 5.0 pH y concentración de enzimas: 1,5 g/ 1000 g. El sistema de hidrólisis usado permitió obtener sobre una base de cálculo de 1 kilo, el 74% de proteínas hidrolizadas y el 94% de azúcares reductores (Terry, V. 2015).

Tipos de Alimentos Elaborados a partir de Hidrolizados Proteicos

Los suplementos alimenticios son basados en algunos casos en la hidrólisis acida, alcalina convirtiendo este hidrolizado en fuente de nitrógeno, también la hidrólisis enzimática inactivada por una enzima, se puede encontrar en ingredientes funcionales de productos a base de quinua, a la vista es un producto en polvo fino sin sabor, de color blanco el cual reúne las características favorables para ser utilizado en complemento, con los mejores parametros y enzimas que hacen un excelente alimento funcional proteico, generando una digestibilidad de los potenciales del hidrolizado (Almeida, 2018).

Un ejemplo de la hidrólisis proteica es el proceso de jamón serrano el cual tiene un proceso de activación de enzimas donde manejan pH, temperatura y rotura de enlaces, también son utilizados como emulsificantes en la fabricación de carnes picadas, helados, mayonesa y salchichas; otro aporte que es importante es el sabor y olor en los alimentos este proceso se da en la hidrólisis acida de proteínas vegetales, también están los hidrolizados hipoalergénicos de leche ayudando al metabolismo todos estos proceso se deben a la demanda de productos hidrolizados que aprovechan las fuentes proteicas e impulsan a alternativas y al desarrollo biotecnológico (Vioque, 2018).

Registro de Alimentos Funcionales

El concepto de alimento funcional nace en los años 80 en Japón, con la publicación del reglamento “alimentos para uso específico de salud” (Foods for Specified Health Use o FOSHU), para los alimentos procesados, desarrollados específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades por la población mayor, menores de edad y madres gestantes con el fin de controlar los crecientes gastos en salud pública, ya que se ven afectados y

la comunidad igual sin encontrar un producto que tuviera todos los requerimientos necesarios para tener un mejor desarrollo en su salud y crecimiento (Fuentes, L. Berrio, 2015).

De esta manera, son aquellos los que en forma procesada o natural contienen componentes adicionales que benefician a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona, los alimentos funcionales procesados se les ha incorporado o incrementado la concentración de un componente cuyo consumo es beneficioso para la salud o se ha removido uno que puede tener un efecto perjudicial como alérgenos, irritantes, hipercalóricos, entre otros, estos productos han ayudado a que las personas que no puedan procesar las vitaminas lo hagan con los productos funcionales, se ha visto la aceptabilidad que han tenido a lo largo de los años (Valenzuela et, al 2014).

Las principales funciones son las que se relacionan con el desarrollo, el óptimo crecimiento, el sistema cardiovascular, el sistema gastrointestinal, los antioxidantes y el metabolismo de xenobióticos. Cabe resaltar que la demanda de estos alimentos no funcionales a creado en la industria alimentaria y la nutrición una fortaleza para realizar más estudios que actualicen la venta de estos productos, surgir nuevas tecnologías que desarrollen productos nuevos y su preservación; es allí donde entran los hidrolizados proteicos, una nueva relación de los componentes alimenticios que ayudan al organismo y su bienestar (Alvídrez, A. Morales, 2002). Los alimentos funcionales en los últimos años han tomado interés en aras de promover la salud y la nutrición, cambiando la nutrición básica convencional por una que beneficie las funciones fisiológicas del organismo (Ramírez & Pérez, 2010; Saavedra et al., 2013).

Alimentos con Adición de Componentes Funcionales

Los componentes funcionales Llevan a investigar cómo obtener un hidrolizado a partir de un concentrado proteico de quinua, expandiendo las posibilidades para usarla como ingrediente

aditivo o suplemento alimentario, mejorando las características químicas y funcionales de la misma, llevando a las materias primas a ser más utilizadas en la transformación, complementación de otros productos y subproductos, se ve como ahora la quinua es usada como agente para las preparaciones de otros productos, en los fármacos y fabricas transformadoras los componentes funcionales son la prioridad (Ramírez & Pérez, 2010; Saavedra et al., 2013).

Algunos investigadores efectuaron una revisión de la obtención de hidrolizados proteicos de origen vegetal para su uso en alimentación humana, concluyen que la producción de hidrolizados proteicos vegetales es necesaria por el aumento de la demanda de alimentos específicos y para el aprovechamiento de fuentes proteicas alternativas a las de origen animal; entre los hidrolizados proteicos recalcan la producción de péptidos bioactivos con efectos fisiológicos directos, como acciones inmunomoduladores o hipotensoras, aseverando que el desarrollo de la biotecnología permitirá la pesquisa de nuevas enzimas o estudios sobre inmovilización enzimática (Vioque et al. 2001).

Silva (2006) obtuvo un aislado proteico de quinua con una alta capacidad para ser utilizado como suplemento de otros alimentos, por ejemplo, en el desarrollo de alimentos funcionales altamente proteicos, mediante la extracción a pH 11 y precipitación a pH 5, tales como bebidas para deportistas, embutidos, salchichas, sopas y en productos deshidratados, se ha desarrollado tan bien que se dice que será el sustituto del aislado de la soya ya que la quinua es orgánica y sus propiedades tecno funcionales son más optimas, mejor capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante, capacidad de formación de espuma.

Al realizar un trabajo similar, Rivera (2006) logró visualizar que, entre las propiedades funcionales del aislado de quinua, está posee un alto nivel de solubilidad, especialmente sobre el pH 5, con una solubilidad de 76,6%, que aumenta con el pH hasta alcanzar un máximo de 94,6%,

a pH 11, con buena capacidad de retención de agua (WHC) (entre 2,5 y 3,0 ml/g aislado proteico), sin dependencia del pH; la absorción de agua fue elevada, con una capacidad máxima (WIC) de 1,8 g agua/g aislado, y una velocidad inicial de 1,34 g agua/ g aislado por min; todas estas características apuntan a que el aislado es apropiado para la elaboración de productos tales como bebidas, sopas, embutidos, geles, productos de panificación, alimentos deshidratados y en general en el desarrollo de productos funcionales altamente proteicos.

Análisis de la Información Registrada

Una vez obtenido todas las formas de uso de la quinua en presentación de hidrólisis podemos encontrar que en este proceso se obtienen la optimización del producto en su máxima expresión, pues al recurrir a este proceso con diferentes enzimas, sustratos, temperaturas y volúmenes encontramos un sin número de posibilidades de obtener un producto final, que brinde al ser humano la proteína, carbohidratos y todas las vitaminas que está buscando en un solo producto. Es por eso que se podría decir que los hidrolizados son el proceso que muchos están buscando y esperando, tiene un futuro promisorio pues tiene las fuentes de energía que se pueden aprovechar. Al realizar el hidrolizado de quinua se obtendrá un sin número de productos invaluable los cuales se pueden aprovechar para realizar procesos en gran escala que generen una buena rentabilidad económica tanto para los productores como para los transformadores.

Los alimentos a base de harinas como la quinua poseen una facilidad para el manejo de hidrolizados estos se pueden trabajar de diferentes maneras y al final su rendimiento es óptimo, posee una variedad invaluable de requerimientos energéticos, los cuales al momento de realizar el proceso de hidrolizado se optimizarán, llevándolos al máximo de su rendimiento, obteniendo una cantidad de suplementos que nos genera la quinua. Además, como alimento complementario se podría decir que es un alimento completo que se necesita siempre en casa generando diferentes productos, que se presentan al realizar el proceso de hidrolizado y complementación para algunos productos nos indica que la quinua es el alimento del milenio.

Las variedades de subproductos a base de quinua demuestran que el alimento se puede relacionar con un sin número de materias primas para el final obtener un producto de excelente calidad. La quinua es un alimento completo que siempre ha sido protagonista en muchas cocinas desde muchos años atrás, materia prima orgánica que se facilita para la transformación y

complementación de otros alimentos, cada día se consolidándose para seguir siendo un líder en la canasta familiar ahora con el nuevo propósito de estar en nuestro diario alimenticio convirtiéndose en un suplemento, complemento y de más.

Conclusiones

Se estudiaron todos y cada uno de los procesos de hidrolizados que se han realizado a partir de la quinua haciendo de esta un candidato ideal para realizar estos procesos y generar una nueva tendencia en rendimiento y mejora la materia prima (quinua). Al identificar los procesos que se obtienen del hidrolizado de quinua se concluye que este procedimiento es muy efectivo, permitiendo obtener un máximo de rendimiento de proteína hidrolizada, y azúcares reductores. Al plasmar las propiedades funcionales de hidrolizados podemos deducir que aumenta la digestibilidad y reduce la alergenicidad dando al alimento las características que se desean y llevando el producto final a lo que el consumidor final requiere.

Perspectivas

A través del tiempo y con los avances tecnológicos se ve que los productores, transformadores y comercializadores quieren que la quinua este presente en la vida cotidiana del ser humano ahora con él auge de comida sana y sanación espiritual, estamos viendo que el vegetariano y el vegano están siendo los protagonistas al momento de la preparaciones de sus comidas se puede notar que los estudios que se han realizado al sistema digestivo y funcional del hombre está cambiando de una manera increíble por la buena comida, también se ve que los humanos están dando indicios de un nuevo cambio dejando a un lado las comidas a base de carne esto llevando a tomar la iniciativa de poner los granos, vegetales y frutas a otro nivel, y es allí donde nuestra protagonista la quinua hace el cambio un producto que se observo tiene todos los requerimientos y facilidad para los procesos, por eso y mucho más la expectativa de que la quinua este en una variedad de productos se ve a largo y corto plazo.

Bibliografía

- Abugoch, J. Lilian, E. (2006). *Relación Estructura-Funcionalidad de Glutelinas y Aislados Proteicos de Amaranto (Amaranthus hypochondriacus)*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Almeida, A. (2018). “*Obtención de aminoácidos libres a partir de quinua orgánica (chenoponium quinoa) por hidrólisis y su aplicación en un suplemento alimenticio*”. Universidad técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Alvídrez, A., Gonzales, B., Jiménez, Z. (2002). *Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. Revista Salud Pública y Nutrición. 3(3)*. Universidad Autónoma de nuevo León, México.
- Arcaya, J. (2018). *Determinación de la calidad física y fisiológica de semillas de tres variedades de quinua (chenoponium quinoa willd)*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Arenas, I. Heredia, A. (2017). *Calidad y germinación de semillas de Quinua, Chenopodium quinoa willd. Almacenadas por productores*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá D.C.
- Arze, A. Crespo, J. Álvarez, C. (2016). *Obtención de Azúcares reductores (glucosa) a partir de granos de quinua (chenoponium Quinoa) usando Hidrólisis enzimática, acida y el metabolismo de la embriogénesis vegetal*. Instituto de Investigación FÁrmaco Bioquímicas” Luis Enrique Terrazas Siles” La Paz, Bolivia.
- Ballester, J. (2020). *Fraccionamiento de quinua por molienda seca y húmeda para la formulación de alimentos con alto valor añadido, estudio nutricional y evaluación de propiedades saludables*. Universidad de Valencia, Valencia.

- Benítez, R., Ibarz, A., & Pagán, J. (2008). Hidrolizados de proteína: Procesos y aplicaciones. *Acta bioquímica clínica latinoamericana. Vol.42*, pág. 227-236. Buenos Aires, Argentina.
- Bojanic, A. (2011). *Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Bolivia.
- Callisaya, A. Alvarado, K. (2009). Aislados Proteínicos de granos altoandinos Chenopodiaceas; quinua “chenopodium quinoa”- Cañahua “chenopodium pallidicaule” por precipitación Isoeléctrica. *Revista Boliviana de Química. Vol. 26(1)*. La Paz, Bolivia.
- Campos, M. Guerrero, C. Betancur, A. (2013). *Bioactividad de péptidos derivados de proteínas alimentarias*. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México
- Cárdenas, R. (2017). *Caracterización de 129 accesiones de quinua (chenopodium quinoa Willd.) De la región puno mediante marcadores microsatélites*. Universidad Nacional Mayor de san Marcos. Lima, Perú.
- Delgado, R. (2014). La hidrólisis alcalina. *Monografias.com*, Pag. 11. Recuperado de: <https://www.monografias.com/docs111/hidrolisis-alcalina/hidrolisis-alcalina>
- Díaz, M. (2018). Estandarización de los criterios de calidad de la quinua (chenopodium quinoa willd) como un avance para fomentar la cadena productiva en Cundinamarca. *Tecnología de Alimentos*. Universidad Nacional Abierta y A Distancia. Bogotá D.C
- Fennema, O. Parkin, L. Damodaran, S. (2010). Química de los alimentos. *Industrias alimentarias*. Editorial Acirbia S.A. pg., 616-650. Medellín, Antioquia.
- Flores, Y. (2016). *Evaluación del efecto de aislado proteico de quinua chenopodium quinoa willd) variedad blanca juli, en las características sensoriales de galletas enriquecidas*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna, Tacna-Perú.

- Fondo para el Financiamiento del sector Agropecuario Finagro. (2020). Noticias. *El momento del Agro*. Bogotá, Colombia.
- Gallegos, S. Guerrero, L. Ríos, L. Martínez, A. (2013). *Péptidos con actividad antioxidante de proteínas vegetales*. Universidad autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- Gonzales, A. (2009). Hidrólisis. Artículo química analítica. *Fundamentos de la química* pág. 1 - 11. México.
- Gonzales, B. (2020). Super foods Perú. *Alimentos excepcionales que conquistan el mundo*. Tecno soluciones, Perú.
- Guerrero, C. Betancur, D. (2008). Dipéptidos alimenticios: nuevos promotores de la salud. *Revista Salud Pública y Nutrición*, #2. La garza, México.
- Koziol' M.J. (1992). *Chemical composición and nutricional evaluación of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. Centro de Nestlé de Desarrollo de Alimentos para-América Latina. Quito, Ecuador
- Martínez, E. Padilla, C. García, A. Bárcena, J. Dapena, J. (2014). *Hidrólisis ácida y enzimática del glucógeno*. Campus Universitario de Rabanales. Ochoa, Córdoba.
- Mera, L. (2018). *Optimización de la extracción de proteína de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen) utilizando a metodología de superficie de respuesta*. Universidad nacional agraria la molina. Lima, Perú.
- Miranda, R. (2007). Nombres comunes de la Quinoa, *blog de la familia Miranda* – Oruro, Cercado, Bolivia.
- Montoya L., Martínez L. Y Peralta J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. *INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales*. Colombia.

- Muñoz, M. (2011). *Monografía de la quinua y comparación con amaranto*. Asociación argentina de Fito medicina. Lima, Perú.
- Navia-N. Gastón, L. Mena, E. Salcedo, L. (2019). Hidrólisis enzimática en harina de quinua y tarwi por efecto de α -amilasa. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 64–73. La Paz, Bolivia.
- Padrón, C. Oropeza, G. Montes, A. (2015). *Semillas de Quinua (Chenopodium quinoa wild) composición química y procesamiento Aspectos relacionados con otras áreas*. Universidad de la Laguna. Valencia, Venezuela.
- Padrón, C. Gonzáles, R. Hernández, A. (2014) *Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow): composición química y procesamiento*. Aspectos relacionados con otras áreas. Venezuela.
- Pisfil, C. (2017). *Optimización del nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua. (Chenopodium quinoa), Cañihua (Chenopodium Pallidicaule) y kiwicha (Amaranthus Caudatus) en la elaboración de pan panini precocido*. Universidad Nacional Pedro Ruiz. Lambayeque, Perú.
- Quelal, M. Nazate, K. Villacrés, L. Cuarán, J. (2019). *Obtención y Caracterización de un Hidrolizado Proteico de Quinua (Chenopodium quinoa willd)*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador.
- Ramírez, D. Ramírez, E. Sáenz. (2016). *Propiedades alimenticias de la quinua y sus paradojas de exclusión e inclusión social en el Perú*. Universidad nacional de santos marcos. Lima, Perú.

- Ramírez, G. Estefano, M. (2018). *Características funcionales de la quinua y el amaranto, para mejorar el estado nutricional de los preescolares en Ecuador*. Universidad estatal de milagro. Milagro, Ecuador.
- Rivera M. (2006). *Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium quinoa)*. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Romo, S. Rosero, A. Forero, C. Cerón, E. (2006). *Potencial nutricional de harina de quinua (Chenopodium Quinoa w) variedad piartal en los andes colombianos primera parte*. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca.
- Salazar, C. (2009). *Hidrólisis enzimática y su aplicación en alimentos. Investigación. Desarrollo e innovación para la industria de alimentos*. Medellín, Colombia.
- Silva, J. (2006). *Obtención, caracterización y relación estructura-funcionalidad de un aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa) orgánica proveniente de la VI Región de Chile*. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. Chile.
- Sosa, A. (2019). *Optimización del proceso de germinación de granos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) para la obtención de harinas con propiedades nutraceuticas*. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán Rosales.
- Terry, V. (2015). *Hidrólisis enzimática de Chenopodium quinoa Willd "quinua", determinando sus parámetros cinéticos: PH, temperatura y concentración de sustrato*. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*. Perú.
- Ulloa, J. Ramírez, J. Ulloa, P. Ulloa, R. (2012). *Producción de aislados proteicos a partir de subproductos industriales*. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México

Vioque, J. Clemente, A. Pedroche, J. Yust, M. Millán, F. (2001). *Obtención y aplicaciones de hidrolizados proteicos*. Instituto de la Grasas y Aceites. Sevilla, España.

Vioque, J. Millán, F. (2018). *Los hidrolizados proteicos en alimentación: suplementos alimenticios de gran calidad funcional y nutricional*. Centro Tecnológico Nacional de la conservación y alimentación. Madrid, España.