

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1. MÉTODO DE LOS SEIS PASOS

Paso 1 Identificación del problema

La quinua está caracterizada como un pseudo cereal libre de gluten, posee elevadas propiedades nutricionales. Estas propiedades hacen que sea muy demandada en el mercado internacional, tanto en grano como en subproductos. Actualmente en el país solo se elaboran, insuflados, hojuelas y harinas.

El consumo de la carne roja (res) y carne blanca (pollo), últimamente presentaron serios problemas en su consumo, debido a brotes epidémicos tales como la fiebre aftosa, vacas locas y gripe aviar, razón por la cual la población busca productos sustitutivos, con similares propiedades nutricionales, sobre todo en proteínas.

La pasta, es elaborada principalmente en base a trigo, cereal que está siendo cuestionado debido a que un elevado porcentaje de la producción mundial es transgénica, por esto los consumidores se han visto en la necesidad de buscar productos sustitutivos.

Paso 2 Descripción del problema

Las empresas dedicadas al rubro de la quinua constituidas en Bolivia, aun no han desarrollado una tecnología adecuada para la producción de “Pasta de Quinua” de calidad, por lo que se busca desarrollar nuevas tecnologías para la obtención de este producto, impulsados por la creciente demanda en el mercado internacional principalmente en subproductos.

La preocupación que existe por la aparición de enfermedades en los productos cárnicos, lleva a la población a restringir su consumo, por lo que se buscan alternativas en productos sustitutivos, que tengan similares características nutricionales, en este sentido la quinua presenta un elevado aporte en proteínas, convirtiéndose en un sustituto ideal sustitutivo.

La producción de concentrados de proteínas presenta perspectivas prometedoras para la agroindustria rural de los Andes, quienes puedan elaborar nuevos productos con ventajas comparativas y competitivas para el beneficio del productor y del consumidor.

Por lo anterior la “Pasta de Quinoa”, puede tener una demanda significativa, al lograr un producto de alta calidad nutricional, saludable y de fácil digestión.

Paso 3. Análisis de las causas del problema

En el mercado mundial, uno de los grandes problemas es la producción de alimentos transgénicos, constituyéndose en una barrera infranqueable ante la población demandante, debido a la susceptibilidad de los consumidores.

La tendencia al consumo de alimentos ecológicos de origen vegetal es creciente en el mercado mundial, dejando un tanto rezagado al consumo de los cárnicos y sus derivados, presentando preferencia por cereales.

Paso 4. Soluciones opcionales

Elaborar “Pasta de Quinoa”, aplicando la tecnología de mezcla de proteínas con el propósito de mantener las características nutricionales de este cereal, obteniendo un producto de color, aroma y valor nutritivo deseado, que se constituya en un elemento básico para la ingesta proteica, además de presentarse como un sustitutivo a la pasta vegetal más conocida como fideo de trigo, ya que la quinoa no está genéticamente modificada.

Paso 5. Toma de decisiones

Elaborar “Pasta de Quinoa” por un proceso de mezcla de proteínas, sin alterar las características nutricionales, destinado al mercado internacional debido a que este tiene mayores perspectivas de demanda y no así al mercado nacional que requiere de mayores esfuerzos para su promoción y publicidad.

Paso 6. Plan de acción

- Determinar el tipo de harina de quinua a utilizar
- Formular una pasta de quinua, la misma que cumpla con los atributos de aceptación, evaluados por los test de aceptabilidad, preferencia y calidad total.

2. PROBLEMÁTICA

El consumo de la carne roja (res) y carne blanca (pollo), a nivel mundial presenta serios problemas para su consumo, debido a cierto número de enfermedades tales como la fiebre aftosa, vacas locas y la gripe aviar, por lo que los consumidores buscan productos sustitutos, con iguales propiedades nutricionales, sobre todo en proteínas.

Por otro lado a nivel mundial, la mayor producción de soya es genéticamente modificada, motivo que induce a los consumidores a buscar alternativas para reemplazarla de su ingesta alimentaria.

En la producción de la quinua y sus derivados, no se han desarrollado tecnologías apropiadas que permitan mantener la calidad de sus derivados, motivo que impulsa a buscar otras alternativas tecnológicas para mejorar la producción.

La quinua, es un cultivo andino de alto valor nutritivo, con una calidad proteica sobresaliente y una capacidad de ser transformada en una gama de productos aspectos que la potencian como un candidato de excelentes cualidades para la obtención de “Pasta de Quinua”.

En el caso de la “Pasta de Quinua”, se desea desarrollar una tecnología adecuada para mantener sus elevadas bondades nutricionales del grano de quinua.

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas en el rubro de quinua en Bolivia, hasta la fecha no han elaborado ni producido “Pasta de Quinua” destinada a la exportación, considerando que este cereal y sus derivados tienen gran demanda en el mercado mundial.

3. ANTECEDENTES

La importancia de la Quinoa Real en la alimentación de los seres humanos radica en su contenido de minerales, vitaminas y principalmente en la calidad de sus proteínas, la quinoa aventaja a otros granos por su contenido de proteínas, minerales (Ca, Fe), vitaminas B1 y riboflavina. Solo la avena la supera en su contenido de grasa y fósforo. La quinoa contiene aminoácidos como isoleucina, lisina, fenil-alanina, tirosina y valina, por unidad de nitrógeno que los otros cereales.”¹

Bolivia presenta como una de sus fortalezas en mercado internacional la Quinoa Real, ya que solo en la parte sur del país se encuentra esta variedad.

Los hidrolizados de proteínas se utilizan ampliamente en tecnología alimentaría por sus propiedades nutricionales o funcionales (solubilidad, poder emulsionante, capacidad espumante).

Las proteínas son hidrolizadas por proteasas en peptonas, péptidos y aminoácidos. Hay proteasas extracelulares, conocidas como proteinasas que atacan la proteína entera, y las péptidas, intracelulares, que cortan aminoácidos del extremo de proteínas y péptidos. Los aminoácidos producidos son degradados a ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro reducido. Generalmente la tasa de hidrólisis de proteínas es menor que la de los carbohidratos (Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991).”²

“La materia orgánica polimérica no puede ser utilizada directamente por los microorganismos a menos que se hidrolicen en compuestos solubles, que puedan atravesar la membrana celular. La hidrólisis es, por tanto, el primer paso necesario para la degradación anaerobia de sustratos orgánicos complejos. La hidrólisis de estas partículas orgánicas es llevada a cabo por enzimas extracelulares excretadas por las bacterias fermentativas. La etapa hidrolítica puede ser la etapa limitante de la

¹ SAITE SRL Sociedad agroindustrial Industrial y Técnica (<http://quinuasaite.com.bo/200.html>)

² <http://web.udl.es/usuarios/r5213847/hidrol.html>

velocidad del proceso global, sobre todo tratando residuos con alto contenido en sólidos. Incluso en casos donde las fases ácido génicas o metano génicas son consideradas como pasos limitantes. La hidrólisis puede afectar el conjunto del proceso (Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991)".

La Pasta de Quinua puede ser utilizada por niños y adultos, especialmente por las personas que tienen problemas con el consumo de proteína de carne y en regiones con problemas de malnutrición. La quinua presenta potencialidades para ser un elemento básico para la ingestión proteica en las escuelas, los hospitales y otros lugares, con la finalidad de mejorar el nivel nutritivo general de la población.

El uso de la pasta, contribuye al ingreso total de la quinua para el agricultor y la agroindustria. Los consumidores pueden ser adultos y personas incapaces de tolerar gluten proveniente del trigo. La pasta de quinua es una alternativa a la pasta vegetal más común, producida con trigo, que no es transformado genéticamente.”³

4 JUSTIFICACIONES

4.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

El presente proyecto se encuentra respaldado por las siguientes materias: Tecnología de los Cereales, Operaciones unitarias, Nutrición, Bioquímica de los alimentos, Química de los alimentos, Química Orgánica I y II.

4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA SOCIAL

La producción de “Pasta de Quinua”, permitirá contar con un producto de alto valor nutricional y la generación de nuevas fuentes de empleos.

4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto de grado es el de *Dedución*, este método deductivo “es el razonamiento mental que conduce de lo general a lo

³ RECALL-Simposio, Medio Ambiente y Uso Sustentable de Recursos Naturales en Latinoamérica: Desafíos para la Cooperación Interdisciplinaria, Lima-Perú 15 al 19 de noviembre de 2001 7-8 p.

particular y permite extender los conocimientos que se tiene sobre una clase determinada de fenómenos a otro cualquiera que pertenezca a esa misma clase.”⁴

Además se emplea el método experimental puesto que esta es la base del trabajo. El método indica: “la idea fundamental es trabajar sobre los objetos de estudio, observando los elementos que se proponen, con el propósito de comparar los resultados con otros.”⁵

4.4. JUSTIFICACIÓN LEGAL

El proyecto estará respaldado por las normas IBNORCA Cereales – Quinua en grano Método de ensayo. Así como también por normas del CODEX ALIMENTARIUS

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener pasta de quinua real “fideo de quinua”, utilizando harina de quinua a través del proceso de elaboración de pastas y mezclado de ingredientes e insumos con la finalidad de obtener un producto de elevado valor proteico.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL MARCO TEÓRICO

- Identificar el método de dosificación adecuada para mezclar los ingredientes e insumos para la formulación de un fideo proteico.
- Comprobar que tipo de mezclas es el más adecuado para la formación de una masa de quinua estable.
- Desarrollar los cocimientos y conceptos técnicos en el proceso de mezclas de proteínas.

⁴ Rodríguez Francisco J., Irina Barrios, María Teresa Fuentes. Introducción a la metodología de las investigaciones sociales. Primera edición. Habana, Cuba. Editorial Política. 1984. 35-36 p.

⁵ ZORRILLA, Santiago A. y TORRES, Miguel X. Guía para elaborar la tesis.

5.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL MARCO PRÁCTICO

- Experimentar sobre diferentes tipos de mezclas
- Realizar pruebas para obtener mezclas estables
- Estandarizar las condiciones de trabajo
- Elaborar “Pasta de Quinoa”
- Realizar pruebas organolépticas y de aceptabilidad
- Determinar las condiciones de secado del producto.
- Determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto terminado.

6. HIPÓTESIS

“La gelificación y coagulación de las proteínas de la quinoa permitirá obtener una pasta alimenticia similar a la pasta de trigo con la diferencia que la pasta de quinoa tiene un elevado valor nutricional”

6.1. ESTRUCTURA DE LA HIPÓTESIS

Unidad de observación y análisis.

Proteínas de la quinoa

Variable independiente

Mezcla de las proteínas

Variable dependiente

Análogo pasta

Termino de relación

“Permite Obtener”

7. ALCANCES Y LIMITACIONES

Obtener pasta de quinua a partir de quinua real por un proceso de mezcla de proteínas manteniendo un alto valor nutritivo

7.1. ALCANCE ACADÉMICO

Para el desarrollo del proyecto de grado se tiene el apoyo de materias como análisis de alimentos, nutrición. Conjuntamente con tecnología de los cereales

7.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

Propiedades de las proteínas de la quinua.

7.3. INSTITUCIONES RELACIONADAS

Las instituciones relacionadas con el proyecto son ANDEAN VALLEY, INLASA, IBNORCA, y empresas relacionadas con la quinua.

7.4. LÍMITE ESPACIAL

Elaboración de pasta de quinua a partir de Quinua Real Orgánica Beneficiada por la Empresa ANDEAN VALLEY S.A.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales e insumos que se utilizaron en la obtención de Pasta de Quinoa Real fueron los del (cuadro 15).

Cuadro 15
Materiales, Equipos e Insumos utilizados

Materiales, equipos y aditivos	Cantidad
MATERIALES	
Recipientes de plástico	4
Jarra plástica de 2 litros	2
Ollas de acero inoxidable	2
Termómetro (0 – 100 ⁰ C)	1
EQUIPOS	
Mezcladora	1
Amasadora	1
Trefiladora	1
Cortadora	1
Balanza analítica	1
Envasadora	1
Selladora	1
Cocina	1
Insumos	
Harina cruda de quinua	
Harina precocida de quinua	
Huevo	
Agua	

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. MÉTODOS

La obtención de un nuevo producto alimenticio debe estar siempre respaldado por procesos de experimentación y análisis sensorial, en este sentido es que se llevaron a cabo las pruebas experimentales para la obtención de pasta a partir de harina quinua real; desarrollándose las siguientes fases de investigación:

- Elección del proceso para la obtención de pasta.
- Diseño experimental de la evaluación sensorial.
- Aceptación del producto.
- Análisis externos.

2.2. TIPOS DE HARINA DE QUINUA REAL

La pasta propuesta está basada fundamentalmente en el principio de la capacidad de coagulación de las proteínas, gelificación de proteínas, gelificación de almidón, aplicando procesos de mezcla mecánica y tiempos de tratamientos térmicos (cocción).

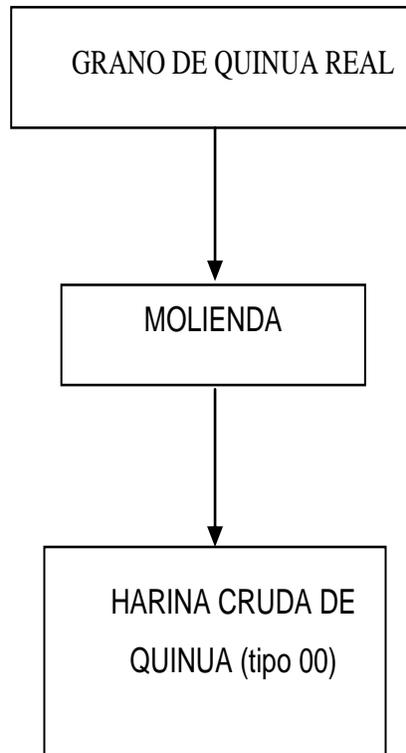
Inicialmente se eligieron dos tipos de harina, la harina cruda de quinua, y harina precocida de quinua

2.2.1. TÉCNICA OPERATIVA

2.2.1.1. HARINA CRUDA DE QUINUA REAL

Los granos de quinua Real son sometidos a un proceso de molienda, utilizando un molino de martillos, dicho proceso se realiza hasta alcanzar una harina de grado 00. En la (figura 1), se muestra los pasos que se siguen en la obtención de la harina.

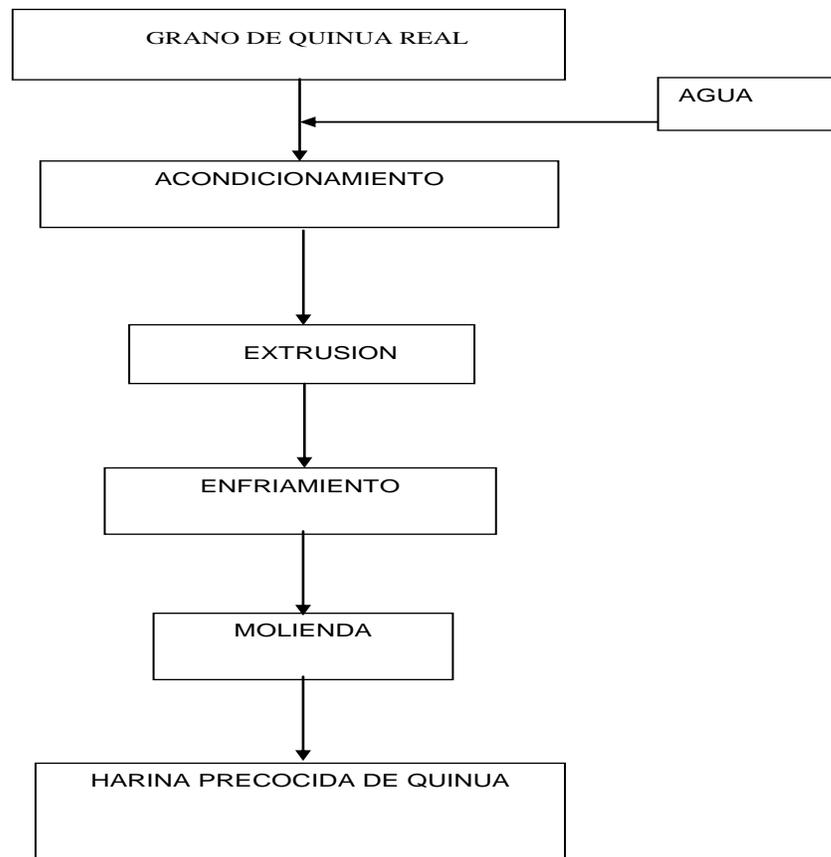
Figura 1
Obtención de harina cruda de quinua real



2.2.1.2. HARINA PRECOCIDA DE QUINUA REAL

Para la obtención de harina precocida de Quinoa Real, el grano debe pasar por un proceso de acondicionamiento, para esto se requiere de aumentar la humedad del grano en 5 %, para obtener mejores resultados en la etapa de extrusión, de la que sale con una temperatura de 40°C, posteriormente se deja enfriar hasta temperatura ambiente, para luego ser sometidos a un proceso de molienda en un molino de martillos. Al igual que en el anterior proceso la molienda tiene como finalidad obtener mayor superficie de contacto de la fase sólida con la acuosa. El proceso aplicado para la obtención de harina precocida de Quinoa Real se muestra en el (figura 2).

Figura 2
Obtención de harina precocida de quinua real



2.2.2. PRUEBAS PRELIMINARES PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE HARINA

Se realizaron pruebas preliminares con los dos tipos de harinas descritos anteriormente, para definir con cuál de éstas se logra un producto similar o superior a una pasta de trigo.

Para esto se realizaron pruebas, las mismas que consisten en poner en contacto por separado ambas harinas con determinados volúmenes de agua fría y caliente, se observa el grado de hidratación que presentan.

En estas pruebas también se tomaron parámetros organolépticos como color, aroma y sabor, convirtiéndose éstas en factor determinante en la elección del tipo de harina a ser utilizada en lo sucesivo.

2.2.2.1. PRUEBAS CON HARINA DE QUINUA PRECOCIDA

2.2.2.1.1. HIDRATACIÓN

Para la prueba de hidratación se utilizaron: 100 gr de harina, 150 ml agua a temperatura ambiente, esta mezcla se somete a un mezclado mecánico a una velocidad de 100 rpm por espacio de 30 minutos, se deja reposar 1 hora, observándose la formación de una masa típica de un almidón modificado, (debido al proceso de extrusión), además que presentaba características poco deseables tales como color, olor desagradable y sabor gomoso.

Las características organolépticas encontradas en esta harina hidratada son poco deseables y muy diferentes, por lo que se desecha el uso de esta harina

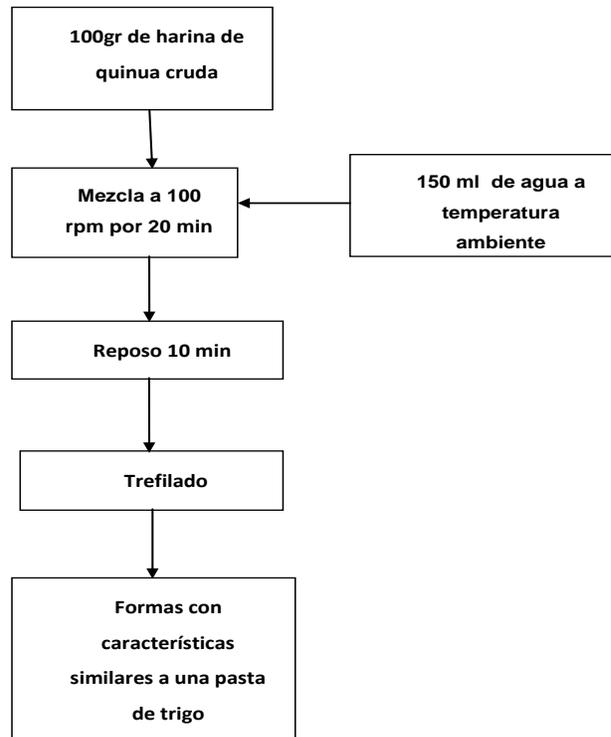
2.2.2.2. PRUEBAS CON HARINA CRUDA

2.2.2.2.1. HIDRATACIÓN

Para la prueba preliminar de hidratación de la harina cruda, se realizó el procedimiento anterior en las mismas condiciones de cantidad de masa, volumen de agua, temperatura, tiempo de mezclado y tiempo de reposo como se muestra en la (figura3). Se observaron las características de la mezcla obtenida, habiendo encontrado que el color sabor y olor, eran las más adecuadas para ser utilizadas en la obtención de la pasta de quinua.

El color es muy parecido a una pasta de trigo, se realizó un proceso de trefilado para otorgarle una textura apetecible y lograr una forma lo más próxima al de una pasta de trigo.

Figura 3
Proceso de hidratación de harina cruda de quinua



Las características obtenidas después de la prueba de hidratación de la harina Cruda de Quinoa, nos permitieron elegir a ésta como materia prima para iniciar las pruebas de coagulación de proteínas y gelificación de almidones (fotografía 1).

Fot. 1: Mezcla inicial de la harina de quinua



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. PRUEBAS DE COAGULACIÓN DE PROTEÍNAS

Índice de absorción en agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA)

Una porción de 4 a 5 g de cada muestra se suspendió en 30 ml de agua destilada en un tubo de propileno previamente tarado. La suspensión se homogenizó con una varilla de vidrio por 1 min a 25 °C y se centrifugó a 3000 rpm por 10 minutos.

El sobrenadante se separó y se colocó en crisoles previamente tarados.

El IAA se calculó a partir del peso del precipitado y se expresó como g gel/g sólidos. El ISA, expresado como g sólidos/g sólidos originales, se calculó a partir del peso de los sólidos secos recuperados al evaporar el sobrenadante a 105 °C ± 5 °C en una estufa (Fisher Scientific) durante 24 horas.

2.2.4. PRUEBAS DE GELIFICACIÓN DE ALMIDONES

Para ésta determinación se usaron tres temperaturas (60, 70 y 80° C), para abarcar parte del intervalo donde ocurre la gelatinización del almidón. Cada muestra de 2.5 g de harina de quinua se colocó en tubos de propileno de 50 ml previamente tarados y se adicionaron 40 ml de agua destilada; luego los tubos se colocaron en baño maría. La suspensión se mantuvo en agitación y temperatura constantes durante 30 min; posteriormente se centrifugó a 3000 rpm durante 10 min. El sobrenadante se evaporó en una estufa (Fisher Scientific) a una temperatura de 105° C ± 3° C hasta peso constante y luego se pesó.

La capacidad de hidratación se calculó mediante la relación del peso del residuo de centrifugación y el peso seco de la muestra en cada temperatura probada

2.2.5. PROCESO TÉRMICO

El tratamiento térmico se lleva a cabo por dos razones fundamentales: la primera es el de gelatinizar los almidones para hacerlos mas digeribles y no produzcan disfunciones estomacales a quienes lo consuman, y la segunda es para obtener una forma estable en el tiempo además de brindarle cuerpo a la pasta obtenida.

La masa obtenida es la base para la elaboración de la pasta de quinua, a la cual se añade agua con huevo para obtener una mezcla al 37 % en agua, para obtener esto se adicionó 2 litros de agua a temperatura de 15° C y 2 litros de huevo se mezcla con la harina de quinua por 20 min. y se deja reposar por el lapso de 30 minutos y luego se continúa con el amasado por 10 minutos más a la velocidad indicada, para luego trefilar y cortar y dejar en reposo por espacio de 24 horas a temperatura de 30°C luego esta es cocida a diferentes temperaturas para ver el comportamiento del almidón de la pasta.

En general, la solubilización de las moléculas de almidón, el hinchamiento e hidratación y la pérdida de la estructura granular son definidos por el término gelatinización.

El hinchamiento de los gránulos de almidón que se presenta durante la gelatinización provoca que la viscosidad del medio incremente. Las estructuras moleculares de los constituyentes del almidón contribuyen al incremento de la viscosidad. Inicialmente, la gelatinización ocurre en las regiones del gránulo más accesibles que son las amorfas. Conforme la temperatura se incrementa los enlaces de hidrógeno intermoleculares que mantienen la integridad estructural de las regiones cristalinas se destruyen.⁶

Cuando la cantidad de agua es limitada, no ocurre una gelatinización completa en el intervalo usual de temperatura; sin embargo, conforme la temperatura se incrementa eventualmente las regiones cristalinas se funden.

Se ha observado que las proteínas forman una matriz que envuelve a los almidones, así como también la formación de aglomerados proteicos irregulares que se encuentran intercalados en los gránulos de almidón, en algunas ocasiones se pueden observar estructuras filamentosas características de las estructuras fibrosas.

⁶ Slade, L., Levin, H. 1991. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 30 (2-3): 115-360.

2.2.6. OBTENCIÓN DE PASTA DE QUINUA REAL ORGÁNICA

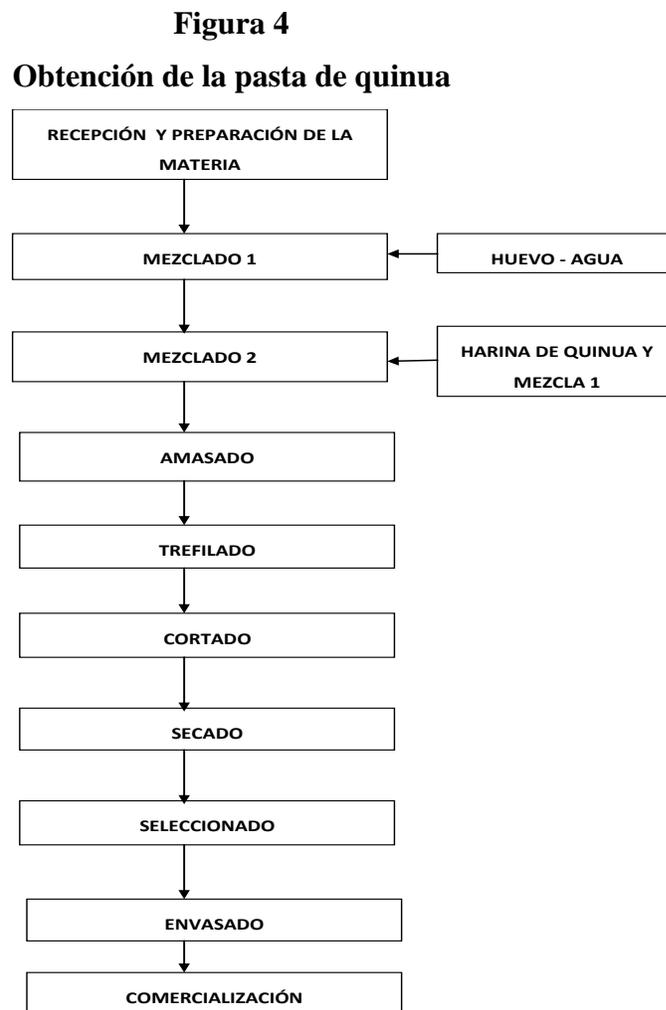
Se puede elaborar por diversos procesos dependiendo de varios factores como el tipo, el costo, la calidad, la forma, la preparación, ingredientes utilizados y la demanda del producto el proceso que utilizamos se describe en la (figura4).

2.2.6.1. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La recepción y preparación de las materias primas supone:

La harina deberá estar envasada en bolsas de papel kraf de 25kg

Un examen de su calidad



Una medida de la temperatura de los ingredientes (quinua, huevo, agua). La temperatura de la masa al finalizar el amasado deberá determinarse previamente y estará estrictamente controlado.

Habrá que determinar la cantidad de cada uno de los ingredientes, respetando la formulaci3n y cantidad elegida.

2.2.6.2. MEZCLADO 1

En esta etapa se hace una mezcla entre agua y huevo la cual dará la humedad adecuada para formar  el empaste y así facilitar las posteriores etapas para esta etapa el agua debe de estar templada (30 a 40⁰C).

2.2.6.3. MEZCLADO 2

El proceso de producci3n de la pasta inicia a partir de la uni3n de harina con la mezcla de agua-huevo con la finalidad de unirlos íntimamente hasta formar una amalgama homogénea. En el (cuadro 16) se muestra el control objetivo que se realizará durante esta etapa. Donde se tomar  en cuenta la consistencia de la mezcla para analizar la consistencia del producto final, esto quiere decir que se clasificar  la consistencia de la mezcla en: harinosa, homogénea, flácida y como estas afectan a la consistencia del producto que son: quebradiza, vítreas.

Cuadro 16
Control del tiempo de mezclado

Tiempo de Mezclado (min.)	Consistencia de la mezcla	Consistencia del producto Final
10	Harinosa	Quebradiza
15	Flácida	Quebradiza
25	Homogénea	V�treas

Fuente: Elaboraci3n Propia realizada en base a pruebas anteriores

2.2.6.4. AMASADO

El amasado asegura la mezcla de los componentes, para formar una pasta llamada masa (fotografía 2), hasta que tengan las mejores propiedades reol3gicas. La intensidad, la duraci3n de la operaci3n, así como el tipo de amasadora, determinará

en parte la calidad de la masa. Con ello se entremezclan e interaccionan la harina de quinua, el agua, el huevo, desencadenándose microprocesos de naturaleza física, química, bioquímica, microbiológica y químico-coloidal, necesarios para el proceso de formación de masa.

Durante el amasado la harina de quinua absorbe agua (la cantidad de agua absorbida depende de la granulometría, y contenido de proteínas, la humedad inicial de la harina de quinua, la humedad relativa del ambiente y la consistencia de la masa). El almidón absorbe agua, hinchándose.

El amasado depende del manejo de las siguientes variables:

Temperatura del agua de amasado: afecta directamente el tiempo de amasado. A mayor temperatura, la hidratación de las partículas se favorece con un menor tiempo de formación de geles. La temperatura del agua no debe ser mayor de 45°C de lo contrario se podría favorecer una reacción de gelatinización débil que tendría como resultado la fabricación de una pasta de mala calidad⁷.

Fot. 2: Amasado de la pasta de Quinua.



Fuente: Elaboración Propia

Velocidad y tiempo de amasado: Durante este tiempo, el amasado deberá alcanzar la formación completa del gel con un 30% de humedad y alcanzando reacciones de gelatinización. Si el tiempo se sobrepasa, se originará un excesivo desarrollo del gel que ocasionará un mezclado chicloso de difícil manejo, llegando inclusive al

⁷ Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeiffer, U.F., Griffing, E.L. 1969. Gelatinización of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*, v. 14, p. 4.

rompimiento del mismo. Igualmente afecta un mezclado débil, es decir, cuando el tiempo óptimo de formación del gel no llegó a su fin, produciendo un amasado sin un buen desarrollo del gel provocando una pasta débil que sufrirá alteraciones durante el proceso de secado.

2.2.6.5. TREFILADO

Este método es principal para las pastas ya que es el que le da la forma al artículo de acuerdo al formato que se utilice para luego pasar a la siguiente etapa.

Existe una gran variedad de pastas, de diferentes formas y tamaños, y para su elaboración se cuenta con un gran número de moldes.

Los moldes o boquillas, se fabrican de diferentes materiales como son: bronce o acero inoxidable, con o sin cubierta de teflón. Los de bronce, tienen la desventaja de que se desgastan rápidamente. Además, el producto es abrasivo y desgasta el molde obteniéndose así productos deformados.

Finalmente, los moldes deben ser limpiados perfectamente o congelados cuando no se encuentran en uso, ya que las bacterias, al usar la masa como sustrato, podrían producir ácidos que dañarían el molde. Los moldes de bronce cubiertos de teflón, ofrecen la ventaja de extender la vida del mismo y mejoran la calidad del producto en lo que respecta a la uniformidad superficial del producto y a su apariencia. Los moldes de acero inoxidable, producen pastas más lisas y de color amarillo, además de que son fáciles de limpiar y conservar.

2.2.6.6. CORTADO

El cortado se efectúa inmediatamente que salen de las trefilas para evitar que se peguen en el momento de secarlos y estos varían de acuerdo a la longitud que desee realizar (fotografía 3)

Fot. 3: Cortado de la pasta de Quinua.



Fuente: Elaboración Propia

2.2.6.7. SECADO

El secado del producto progresa de la superficie hasta el centro. Durante esta operación la superficie no debería secarse con demasiada rapidez con relación al interior de la pasta, ya que se generarían tensiones que podrían dar lugar a grietas en el producto terminado.

Es importante secar la pasta muy cuidadosamente, pues si se secura demasiado rápido podría cuartearse, agrietarse o quebrarse y, si se secura demasiado lento podría conducir al desarrollo de hongos, agrietamiento o decoloración como se muestra en el (cuadro17).

Cuadro 17

Temperaturas y tiempos de secado para pastas

PROCESOS	PASTAS CORTAS		PASTAS LARGAS	
	Tiempo (h)	Temperatura(°C)	Tiempo (h)	Temperatura(°C)
CTD ¹	8	55	16	55
HTD ²	4.5	55-75	10	55-75
VHTD ³	2.5	74-100	5.5	74-100

Fuente: Lorenz, 1991

Donde:

¹CTD: Convencional Temperature Drying (Temperatura Convencional de Secado)

²HTD: High Temperature Drying (Temperatura Alta de Secado)

³VHTD: Very High Temperature Drying (Muy Alta temperatura de Secado)

El cuarteamiento o agrietamiento de la pasta, le confiere opacidad y disminuye su resistencia. Las cuarteaduras son ocasionadas por la contracción diferencial al eliminar deficientemente el agua del producto.

Existen diferentes alternativas de secado, cada una de las cuales, presenta diferentes condiciones dependiendo del tipo de pasta que se debe secar como se muestra a continuación

El secado consiste en diferentes etapas: Presecado inicial, presecado y secado final.

Presecado inicial: se lleva a cabo después de la operación de moldeado y consiste en desecar rápidamente la superficie de la pasta, lo que causa un endurecimiento superficial, evitándose la pérdida de forma. Además, le confiere cierta resistencia y disminuye el peligro de contaminación microbiana. Generalmente, elimina un 40% de la humedad total de la pieza.

Posteriormente, se procede a un periodo (2-4 horas, aproximadamente) que consiste en mantener al producto bajo una atmósfera húmeda (90% de humedad relativa), para permitir que la humedad de la pieza se uniformice (fotografía 4).

Presecado: es la parte más importante, sus fines son:

- a) Remover grandes cantidades de agua en un tiempo relativamente corto, para evitar la fermentación, lo cual daña al producto
- b) Hacer la pasta elástica y prácticamente a prueba de deformación durante las etapas posteriores

Secado final: tiene tres propósitos:

- 1) Llevar el contenido de humedad final del producto a un porcentaje aproximado de 12-12.5%

- 2) Balancear los contenidos residuales de agua de las partes internas y externas de las formas de pasta sin agrietar o producir cualquier tipo de rayas en la pasta
- 3) Evitar la fabricación de pasta ácida o mohosa.

La resistencia de la pasta dependerá de la cantidad y calidad de la proteína y del estado del almidón (gelatinizado o sin gelatinizar, cristalino o gomoso, etc.). El tiempo transcurrido antes de la aparición de grietas dependerá del tiempo necesario para alcanzar el equilibrio con la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa (que controlará el grado de pérdida de más humedad).

El control de la temperatura durante el secado también es útil para modificar otras de las propiedades clave de la pasta:

- a) La textura tras la hidratación y el cocinado
- b) El color

Fot. 4: Secado de la pasta de Quinua.



Fuente: Elaboración Propia

2.2.6.8. SELECCIONADO

La selección de la pasta será manualmente donde se escogerá las pastas que no conservan el formato elegido y que presenten características extrañas como presencia de grietas y de manchas.

2.2.6.9. ENVASADO

Se deben envasar en recipientes limpios, de primer uso y capaces de dar una protección adecuada al producto durante su almacenamiento y transporte.

Se deben usar envases cerrados, de materiales, dimensiones y resistencia adecuada.

La pasta se suele envasar en bolsas de polipropileno y en cajas de cartón La pasta será pesada de acuerdo con los requerimientos del mercado utilizando balanzas analíticas las cantidades sugeridas de acuerdo al tamaño del envase que puede ser 250g, 500g y 1 kg. El sellado de los envases será de forma manual y automática.

2.2.6.10. COMERCIALIZACIÓN

Para la comercialización de la pasta de quinua se debe tener una buena evaluación del mercado local y eventualmente un asociado a nivel de la distribución sobre los mercados nacionales y internacionales para poder pensar en una exportación.

2.2.7. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PASTAS

La evaluación de la calidad de la pasta se la realiza tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Aspecto de la pasta
- Ausencia de grietas
- Ausencia de manchas (puntos negros, blancos, marrones)
- Textura lisa en la superficie
- Coloración amarilla
- Calidad culinaria de la pasta cocida
- Coloración
- Firmeza
- Ausencia de pegajosidad
- Débil pérdida de materia en la cocción

2.2.8. CALIDAD DE LAS PASTAS CRUDAS

2.2.8.1 COLOR

El color final de la pasta está influenciado en función de varias características físicas de la harina de quinua que se utilice en su elaboración, tipo de molienda.

Las pastas no cocinadas o crudas deben presentar color amarillo translúcido y uniforme. Los pigmentos son responsables del color de las pastas. El consumidor está acostumbrado a que las pastas que consumen presenten color amarillo (el cual varía dependiendo de la zona geográfica) y asocia una tonalidad más intensa con una pasta de mejor calidad, de ahí su importancia.

2.2.8.2 ASPECTO

El aspecto visual de la pasta en el plato es un indicativo de su calidad global, siendo una mezcla del color y del brillo del producto. Un buen color en el producto seco no significa generalmente que el producto cocido tenga un buen color, cuando la translucidez provocada por el molde de teflón desaparezca. El brillo está en relación con la cantidad de almidón en exceso que se libera durante la fase de cocción.

Es importante llevar a cabo la determinación de la calidad de la pasta cruda ya que es el primer contacto que tiene con el consumidor y esté lo relaciona directamente con la calidad culinaria que presentará la pasta. La pasta cruda, debe tener consistencia dura, ser fuerte mecánicamente, de tal manera que conserve su tamaño y forma durante el empaque y transporte. No debe presentar agrietamientos o cuarteadura, burbujas o puntos blancos en su superficie y al romper, la fractura debe ser vítrea, uniforme y sin producción de astillas. Las pastas de mala calidad tienen un color opaco pudiendo incluso presentar un matiz gris, y se rompen con facilidad produciendo astillas y pequeños fragmentos de pasta.

Las características de calidad de la pasta cruda se evalúan por inspección visual y son:

- * **Pasta estrellada**

Se presenta en forma de cuarteaduras en la superficie de la pasta y es el resultado de un proceso de secado deficiente. No debe exceder el 5% del total en peso la pasta para poder ser considerada de calidad aceptable.

* **Pasta con burbujas**

Es un producto de un proceso carente de vacío o con un vacío deficiente y se presenta en forma de burbujas en la superficie de la pasta generando un producto áspero y frágil.

* **Pasta apelmazada**

Es el resultado de un proceso de secado inadecuado lo que provoca la formación de masas sin forma o de pastas (hebras o figuras) pegadas unas con otras. No debe presentarse.

* **Pasta con puntos blancos en la superficie**

Es el resultado de un mezclado deficiente y amasado deficiente, ocasionando que la hidratación de la harina no fuera uniforme. Este defecto también es ocasionado por el empleo de una harina de tamaño de partícula muy variado, consistiendo tanto en partículas finas como gruesas, de tal manera que al hidratarse más rápidamente las partículas finas respecto a las gruesas, se origina una hidratación que no es homogénea, lo que durante el secado se traduce puntos blancos en la superficie del producto.

La presencia de alguno de estos factores, ocasionarán que la pasta presente características de calidad culinaria indeseables, como son: altos porcentajes de sedimentación y pasta frágil principalmente.

2.2.9. CALIDAD CULINARIA DE LAS PASTAS

La calidad culinaria de una pasta puede ser interpretada de distinta manera, de acuerdo a los hábitos culinarios de los consumidores, debido a esto, las pruebas para evaluarla varían.

Algunas características que permitirán clasificar este concepto son:

- Hinchamiento debido a la absorción de agua

- Firmeza y viscoelasticidad de la pasta después de la cocción
- Pegajosidad de la superficie de la pasta cocida
- Desintegración del producto deseado
- Aroma y gusto

Las propiedades reológicas parecen depender de la cantidad de proteína y de la viscoelasticidad del almidón, esta última asociada al contenido de almidones de bajo peso molecular.

Por lo tanto, las características culinarias dependen principalmente de la calidad y la cantidad de proteínas. Por ello resulta lógico que un contenido proteico elevado conduzca a una buena calidad de cocción, lo que explica por qué a mayor número de cadenas polipeptídicas, mayor es el número de interacciones entre las proteínas con lo que se favorece la formación de una red más resistente.

La capacidad que tienen las pastas de conservar su integridad después de la cocción está en función de la posibilidad que tienen las proteínas de formar una red insoluble que sea impermeable a la salida de los almidones; parece que esto está asociado a ciertas proteínas de bajo peso molecular ricas en azufre.

Uno de los atributos más importantes de la calidad culinaria de una pasta es la capacidad de este producto para mantener una textura adecuada después de la cocción y no convertirse en una masa espesa y pegajosa.

La calidad culinaria depende de las características intrínsecas de la quinua usada y de las condiciones de proceso. Las pruebas de calidad culinaria varían de país en país. Generalizando, las pruebas que se suelen llevar a cabo son las siguientes:

2.2.9.1 TIEMPO DE COCIMIENTO

Es el tiempo empleado para la total de gelatinización del almidón presente en la pasta. La pasta debe tolerar un calentamiento en agua a ebullición por un tiempo de 10 min, manteniendo su forma y sin ponerse pegajosa ni desintegrarse. Debe quedar firme al mordisco, es decir “al dente”.

2.2.9.2 PORCENTAJE DE SEDIMENTACIÓN

Se determina pesando el residuo del agua de cocción después de la evaporación o después de la liofilización.

Es el volumen en mililitros que ocupa el sedimento producido por la pasta durante el cocimiento. Este sedimento está constituido principalmente por almidón perdido por la pasta por efecto de la cocción y un menor porcentaje de éste indica una mayor calidad del almidón y por lo tanto de harina. El agua de cocción debe quedar libre de almidón. Cuanto más turbia sea, más almidón se habrá disuelto del presente en la matriz proteica.

2.2.9.3 ÍNDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO

Es el tiempo en que la pasta empieza a romperse por acción del cocimiento menos su grado de cocimiento. Cuanto más resistente sea la pasta, más tardará en empezar a romperse, lo que está relacionado con características del almidón fuerte y por tanto una harina de mejor calidad. La pasta debe ser resistente al exceso de cocción.

2.2.10. CALIDAD DE LAS PASTAS COCIDAS

2.2.10.1. COCCIÓN

Para conseguir una pasta "al dente" se cuece la pasta en agua hirviendo (un litro de agua por cada 100 g de alimento). Al agua de cocción, se le añade un chorro de aceite de oliva y cuando rompa a hervir, un puñito de sal. Cuando alcanza el punto de ebullición, se añade la pasta y se remueve de vez en cuando para que no se apelmace.

La pasta está "al dente" cuando está cocida en el exterior, pero en el interior queda un pequeño hilo de pasta cruda. En ese momento, se saca del fuego y se escurre. Si se va a consumir en el momento no es preciso refrescar la pasta; pero si no se consume al instante, se ha de pasar por agua fría, se escurre y se unta con un poco de aceite de oliva para que no se apelmace.

2.2.10.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Ganancia de peso

Es la cantidad de agua absorbida por el producto durante su cocimiento. Un buen producto absorbe por lo menos el doble de su peso en agua.

Grado de hinchamiento

Los productos de buena calidad se hinchan tres o cuatro veces a su volumen original o al menos debe hincharse al doble de su volumen.

2.2.10.3 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

La evaluación sensorial es la prueba más fiable porque permite evaluar la totalidad de las características de textura de la pasta cocinada.

La textura es un aspecto de la calidad que está relacionado tanto con el tiempo de cocción como con el tiempo que transcurre entre la cocción y su valoración. La textura se puede desglosar en tres atributos: firmeza, elasticidad y pegajosidad

Firmeza

Es la resistencia inicial que ofrece la pasta cocida a la penetración cuando se aplasta entre los dedos o cuando se muerde.

Elasticidad

Es la forma en que la pasta se rompe en la boca cuando se sigue masticando

Pegajosidad

Es la sensación global de la pasta en la boca junto con el almidón residual que permanece en la boca después de tragar.

Es el estado de desintegración de la superficie de la pasta cocida, estimado por inspección visual, con o sin la ayuda de una pasta estándar de referencia.

Abultamiento

Es el grado de adhesión de las hebras de pasta después de la cocción y es evaluado manual y visualmente.

Otras pruebas que pueden realizarse son las siguientes:

Adherencia a la lengua

Es el grado de humectación superficial que presenta la pasta al ser colocada sobre la lengua, es decir, la facilidad de movimiento de la misma cuando se coloca sobre la lengua sin ser masticada.

Consistencia o jugosidad

Es la capacidad que tiene la pasta de liberar agua al ser masticada dos veces con los molares

Pastosidad

Es la rapidez con la que una pasta forma una masa al ser masticada más de dos veces.

Existen algunos aparatos para evaluar el olor y el sabor, pero las sutilezas del aroma de la pasta, entre otros, son muy difíciles de cuantificar y es mejor confiar en un panel de catadores entrenados.

La cata regular de la pasta comparándola con una muestra estándar o control detectará si existen variaciones en los sabores básicos. También señalará la presencia de olores anómalos o desagradables debido a las materias primas o a la contaminación del producto. Este análisis también puede ser útil para detectar cambios en el sabor debidos a las condiciones de almacenamiento u otras causas.

2.2.10.4 CALIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DE LAS PASTAS

Es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa, sodio y su baja respuesta glicémica.

Es un alimento con una excelente fuente de hidratos de carbono no sólo por la cantidad que aporta a la dieta sino porque se trata de hidratos de carbono complejos, como el almidón, que le otorgan una lenta absorción proporcionando niveles estables de glucosa en sangre.

Su calidad proteica mejora considerablemente cuando la pasta se cocina acompañada de otros alimentos como (huevo, legumbres, frutos secos, leche, carne) y dar lugar a

una mezcla con un perfil de aminoácidos adecuado; es decir, a proteínas de gran calidad, para un óptimo aprovechamiento metabólico por parte de nuestro organismo.

La baja cantidad de grasa que contiene la pasta es una ventaja a menos que sea elaborada con aceite de oliva que otorga una pasta de mejor calidad que aporta nutrientes y ventajas extras al consumidor; dadas las recomendaciones actuales de disminución del consumo de este nutriente. No obstante, cuando se hace referencia a este nutriente hay que tener en cuenta la elaboración del plato.

2.2.11 EVALUACIÓN DE LAS PASTAS DURANTE SU COCIMIENTO

2.2.11.1 TIEMPO DE COCIMIENTO

Se pesaron 100 g de pasta seca en piezas enteras de cada muestra en estudio, se introdujeron en una olla de aluminio que contenía 1 L de agua en ebullición, a partir de que se vertió la pasta se tomó el tiempo, cada minuto a partir de ese momento se tomó una muestra de pasta y se procedió a verificar su cocimiento de la siguiente manera: la muestra de pasta se oprimió entre dos vidrios de reloj, la presencia de puntos blancos en el vidrio fue señal de que la pasta no estaba completamente cocida, por lo que requirió mayor tiempo de cocimiento.

Una vez que el vidrio no presentó puntos blancos, se registró el tiempo, el cual se tomó como tiempo de cocimiento.

2.2.11.2 PORCENTAJE DE SEDIMENTACIÓN

Se pesaron 100 g de pasta seca de cada muestra en estudio y se cocieron de acuerdo al tiempo de cocimiento.

Finalizado el tiempo de cocción, se separó la pasta del agua de cocción con ayuda de un colador, el agua de cocción se homogenizó con la ayuda de un agitador.

Posteriormente se tomaron 100ml del agua y se depositaron en una probeta de 100ml, se dejó reposar por 3 horas.

Se determinó como porcentaje de sedimentación los mililitros que abarcó el sedimento blanco en la probeta. El resultado se expresó en porcentaje.

2.2.11.3 ÍNDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO

Se pesaron 100 g de pasta seca de cada muestra en estudio y se cocieron de acuerdo al tiempo de cocimiento. Determinado el tiempo de cocimiento se continuó el cocimiento hasta que se observaron al menos tres fragmentos de pasta rota, ese tiempo se registró como el tiempo de desintegración de la pasta. El índice de tolerancia al cocimiento se calculó por diferencia del tiempo de cocimiento y el tiempo de desintegración de la pasta.

2.2.12 EVALUACIÓN DE LAS PASTAS COCIDAS

2.2.12.1 GANANCIA DE PESO

Se pesaron 100 g de pasta seca de cada muestra en estudio y se cocieron de acuerdo al tiempo de cocimiento. Posteriormente, se depositó en un embudo buchner colocado sobre una probeta de 1 l de capacidad. Se dejó escurrir por 10 min y se peso.

La ganancia de peso se expresó en porcentaje y se calculó por diferencia entre el peso de la pasta seca y el peso de la pasta cocida y escurrida.

2.2.12.2 GRADO DE HINCHAMIENTO

El grado de hinchamiento se determina de acuerdo a la diferencia de los volúmenes de la pasta utilizando las siguientes ecuaciones.

2.2.12.2.1 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA CRUDA.

Se pesaron 100 g de pasta seca cortada en trozos pequeños de cada muestra en estudio y cada variedad se depositó en una probeta graduada de 1 L que contenía 500ml de agua (V_{1ps}).

Se le aplicaron unos pequeños golpes para eliminar las burbujas de aire, se registró el volumen alcanzado por el desplazamiento del agua debido a la pasta (V_{2ps}).

Se calculó el volumen de pasta cruda de la siguiente manera (ecuación 3):

$$V_{ps} = (V_{2ps} - V_{1ps}) \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

V_{ps} = Volumen de pasta cruda

2.2.12.2.2 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA COCIDA.

El producto cocido sometido al tiempo de cocimiento y escurrido por 10 min, se introdujo a una probeta graduada que contenía 500ml de agua (V_{1pc}), se eliminaron las burbujas de aire de la probeta mediante pequeños golpes y se registró el volumen alcanzado por el desplazamiento de agua debido a la pasta cocida (V_{2pc}) (ecuación 4). Se calculo el volumen de la pasta cocida de la siguiente manera:

$$V_{pc} = (V_{2pc} - V_{1pc}) \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

V_{pc} = Volumen de pasta cocida

Una vez obtenido el volumen de la pasta cruda y el volumen de la pasta cocida se puede calcular el grado de hinchamiento de la pasta (ecuación 5).

$$\text{Grado de hinchamiento} = ((V_{pc} - V_{ps})/V_{pc}) * 100 \quad \text{Ecuación 5.}$$

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 CEREALES

Los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importante de la humanidad. Históricamente están asociados al origen de las civilizaciones y culturas de todos los pueblos. El hombre pudo pasar de nómada a sedentario cuando aprendió a cultivar cereales y obtener de ellos una parte importante de su sustento.

Cada cultura, cada civilización, cada zona geográfica del planeta, consume un tipo de cereales específicos creando toda una cultura gastronómica en torno a ellos. Entre los europeos domina el consumo de trigo; entre los americanos, el de maíz, y el arroz es la comida esencial de los pueblos asiáticos; el sorgo y el mijo son propios de las comunidades africanas.

Los cereales constituyen un producto básico en la alimentación de los diferentes pueblos, por sus características nutritivas, su costo moderado y su capacidad para provocar saciedad inmediata.

Su preparación agroindustrial y tratamiento culinario es sencillo y de gran versatilidad, desde el pan o una pizza, hasta miles de dulces diferentes. Su consumo es adecuado, para cualquier edad y condición.

En nuestro medio la forma de consumo de los cereales es muy variada; pan, bollería, pasteles, pastas, copos o cereales expandidos; pero también sirven como materia prima para industrias de bebidas alcohólicas como la cerveza o el whisky.

1.1.1. QUE SON LOS CEREALES

Los cereales son frutos de algunas plantas herbáceas cultivadas, monocotiledóneas de la familia *gramíneas*.⁸

⁸ Tecnología de los Cereales N. L. KENT

Los cereales constituyen un grupo de plantas dentro de otro más amplio: las gramíneas. Se caracterizan porque la semilla y el fruto son prácticamente una misma cosa: denominados como granos de los cereales. Los más utilizados en la alimentación humana son el trigo, el arroz y el maíz, aunque también son importantes la cebada, el centeno, la avena y el mijo.

El grano del cereal, que constituye el elemento comestible, es una semilla formada por varias partes: la cubierta o envoltura externa, compuesta básicamente por fibras de celulosa que contiene vitamina B₁, la cual se retira durante la molienda del grano y da origen al salvado. En el interior del grano distinguimos fundamentalmente dos estructuras: el germen y el núcleo. En el germen o embrión abundan las proteínas de alto valor biológico, contiene grasas insaturadas ricas en ácidos grasos esenciales y vitamina E y B₁.

1.1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CEREALES

El grano maduro de los cereales corrientes está formado por: hidratos de carbono, compuestos nitrogenados (principalmente proteínas), lípidos (grasa), sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias, algunas de las cuales son nutrientes importantes de la dieta humana.⁹

Los cereales y sus derivados son ricos en carbohidratos tanto de absorción rápida (tras la ingestión pasan a la sangre en poco tiempo) como de absorción lenta (fibra). El contenido de la fibra varía según el proceso industrial de preparación. El contenido proteico es muy variable, entre un 6 y un 16% del peso, dependiendo del tipo de cereal y del procesamiento industrial. La composición en aminoácidos de las proteínas de los cereales depende de la especie y variedad; en general son pobres en aminoácidos esenciales, por lo que se las cataloga de proteínas de moderada calidad biológica. Por tanto, cuando se combinan con legumbres, o con proteínas de origen animal (queso, pescado, etc.) se obtienen proteínas de elevado valor biológico.

⁹ Tecnología de los cereales N: L: KENT

El contenido en grasas de los cereales naturales es muy bajo; algo más el de maíz cuyo contenido en grasa es del 4% aproximadamente y por ello se utiliza para obtener aceite.

Por otro lado los granos de los cereales contienen muy poca agua, de ahí su facilidad de conservación.

Los cereales contienen minerales como el calcio, fósforo, hierro y en menor cantidad potasio. Contienen también todas las vitaminas del complejo B. Carecen de vitamina A. A (excepto el maíz amarillo que contiene carotenos). La vitamina E está en el germen que se pierde con la molienda del grano y la vitamina B₁, es abundante en el salvado. De todas formas, la mayor parte de los cereales de uso más común sobre todo infantil como los copos de cereales del desayuno y diversa bollería están enriquecidos artificialmente con vitaminas.¹⁰

1.2. QUINUA

La quinua es una planta anual herbácea de hasta 2 metros de altura, se denomina pseudo cereal, porque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos como lo es el trigo, el maíz, la cebada y arroz, pero debido a su alto contenido en almidón se lo conoce como cereal. Según la variedad puede tener muchos colores que va desde amarillo, anaranjado, rojo vivo, rojo oscuro y verde.¹¹

1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE QUINUA

Este grano es el único alimento vegetal que provee de todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la FAO, lo cual hace que la proteína de la quinua sea de excelente calidad; sus características nutritivas hacen que se iguale a la leche (cuadro 1). Aunque el ser humano no puede sobrevivir con un solo alimento, Duane Johnson, de la Universidad

¹⁰ Fecha de publicación: Agosto 2000 M^a Antonia Rico Hernández Unidad de Nutrición Hospital Universitario La Paz. Madrid

¹¹ Andino de Competitividad, CAF, CID, CLACDS-INCAE. Junio del 2001, La Paz – Bolivia.

de Colorado, afirma que si tuviera que depender de un solo alimento para sobrevivir, la mejor opción sería sin lugar a dudas la quinua.

Cuadro 1
Componentes de la quinua (porcentaje) con otros alimentos

Componentes	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Azúcar	Hierro	Calorías
Quinua	13.0	6.1	71.0	0.0	5.2	370.0
Carne	30.0	50.0	0.0	0.0	2.2	431.0
Huevo	14.0	3.2	0.0	0.0	3.2	200.0
Queso	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0
Leche Vacuna	3.5	3.5	0.0	4.7	2.5	66.0
Leche Humana	1.8	3.5	0.0	7.5	0.0	80.0

Fuente: SAITE SRL. Sociedad agroindustrial y técnica <http://quinuasait.com.bo/200.html>

Entre las características destacables de la quinua tenemos las siguientes:

- Libre de colesterol
- No forma grasa en el organismo
- No engorda
- Fácil digestibilidad
- Libre de gluten

La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra Región.

1.2.2. ANTECEDENTES DE LA QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa W.*) es un grano nativo de los Andes. Es un cultivo con buenos rendimientos en lugares áridos y semiáridos.¹²

¹² (Villalobos y Espejo, 1997)

La quinua en el altiplano boliviano está comprendida entre cuatro variedades, tres grupos de variedades o 17 razas. Su período vegetativo varía entre 150 y 240 días con una plasticidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Las diferentes variedades presentan una relativa indiferencia respecto al fotoperíodo y a la altitud. Pueden cultivarse desde el nivel del mar hasta los 3.900 m.s.n.m toleran suelos en una amplia gama de pH, de 6.0 a 8.5 ¹³

La variabilidad y diversidad de variedades quinua, se resume en 5 categorías básicas:

- Quinua de valles (2.000 y 3.000 m.s.n.m) son tardías y de porte alto
- Quinua de altiplano (alrededor del Lago Titicaca) soportan heladas y relativa escasez de lluvias.
- Quinua de terrenos salinos (llanuras del altiplano de Bolivia), soportan suelos salinos.
- Quinua del nivel del mar (encontrada en el sur de Chile), son plantas pequeñas, sin ramas y con granos amargos).
- Quinuas sub-tropicales (valles interandinos de Bolivia) presentan granos pequeños blancos o amarillos).

1.2.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Gracias a la asistencia técnica brindada por instituciones como FAUTAPO y PROIMPA en algunas regiones del altiplano boliviano, la producción del cultivo de quinua es semimecanizada y mecanizada, utilizando maquinaria para la siembra y en algunos casos para la trilla, y la cosecha donde anteriormente esta labor era realizada en forma manual con ayuda del viento y zarandas. Existen, sin embargo lugares

¹³ *Quinua real en Bolivia, ANAPQUI, 2001. La Paz – Bolivia.*

donde prevalece el sistema de producción tradicional, es decir sin el uso de maquinaria¹⁴

La preparación de suelos se la realiza con tractor o a mano, dependiendo de la topografía del terreno. La quinua por lo general se siembra en monocultivo, no se realizan rotaciones de cultivo, pero si se acostumbra a dejar en descanso los terrenos por espacio de 1-3 períodos agrícolas, dada la precaria estructura de los suelos. En suelos que ya produjeron varias veces quinua, después del arado, se cava hoyos en los cuales se deposita estiércol de llama y oveja. En todo el altiplano Sur no se aplican fertilizantes, pues las bajas precipitaciones de la región no permiten una solubilización adecuada del fertilizante, resultando antieconómica su aplicación.

La preparación del terreno se realiza de Enero a Marzo con la finalidad de captar humedad de las precipitaciones propias de esos meses. La siembra se la realiza entre los meses de Agosto y Septiembre mediante la abertura de hoyos con taquiza, colocando más de 100 semillas por hoyo. La quinua no requiere de precipitaciones para germinar, le basta la humedad del suelo que queda de las lluvias del año anterior. Luego de la siembra se realiza el “tiznado” que consiste en cubrir las superficies sembradas con paja o tola, para proteger las semillas de la radiación solar y las heladas¹⁵

La quinua a pesar de su rusticidad, tiene factores limitantes que influyen en su productividad, de todos estos las plagas son las que causan mayores pérdidas al atacar al cultivo en sus diferentes fases fonológicas. Entre las principales plagas de la quinua se pueden citar a las ticonas, medidor, mosca minador, gusano alambre y pulgones¹⁶

¹⁴ (IICA/PNUD, 1991; IBTA, 1995).

¹⁵ Estudio de Mercado y Comercialización de la Quinua Real en Bolivia, IICA/PNUD. Junio de 1991, La Paz – Bolivia.

¹⁶ Memorias del Seminario-Taller sobre oferta tecnológica para el cultivo de la quinua y transferencia de tecnología, IBTA. Junio de 1995, La Paz – Bolivia.

Entre las labores culturales que se realizan se encuentra el control manual de roedores con productos y herramientas caseras. Por lo general las labores de control de plagas, aporque y corte se efectúan a mano. En algunos lugares hacen el control de insectos con Tamaron pero en dosis muy bajas. Un serio limitante para la aplicación de pesticidas es la falta de agua¹⁷

La cosecha se lleva a cabo principalmente en Abril, en forma manual arrancando o cortando (recomendado) la planta; esta labor dura aproximadamente un mes y medio, debido a que la maduración de la planta no es uniforme. Luego del cortado se colocan las plantas en hileras dobles de 20 metros, para permitir el secado

La trilla se la realiza en forma mecanizada, semimecanizada o tradicional, dependiendo del área de producción y de los medios disponibles.

1.2.4. ÁREAS DE PRODUCCIÓN

En los últimos años se cultiva en promedio una superficie de más de 35 mil hectáreas en todo el altiplano boliviano. Las principales áreas de cultivo que se han desarrollado en el país están en:

La Paz, en las provincias Aroma y Gualberto Villarroel.

Oruro, la región de salinas de Garcí Mendoza en la provincia Ladislao Cabrera, es una de las zonas más importantes en producción bajo el sistema de propiedad comunal con la distribución equitativa de la tierra, el 80% del trabajo de siembra y cosecha se realiza en forma manual.

Potosí, es otro de los departamentos importantes en la producción de quinua, cuenta con la región de Llica, provincia Daniel Campos como una de las zonas que produce quinua de alta calidad¹⁸

¹⁷ Estudio de Mercado y Comercialización de la Quinua Real en Bolivia, IICA/PNUD. Junio de 1991, La Paz – Bolivia.

¹⁸ Villalobos y espejo 1997

1.2.5. PRODUCCIÓN

Bolivia es el mayor productor de quinua con un 46% de la producción mundial, seguido por Perú con un 42% y Estados Unidos con 6.3%. Según la Corporación Andina de Fomento, la producción nacional de quinua en los años 70 era de aproximadamente 9000 tm/año en una superficie de aproximadamente 12.000 ha cultivadas.

En los últimos años se ha incrementado a un promedio de 22000 tm/año, producidas en una extensión de cerca de 36.000 ha.

1.3. QUINUA REAL

La variedad de quinua más cotizada a nivel internacional es la Quinua Real que solo se produce en el Altiplano Sur y parte del Altiplano Central y no ha podido ser adaptada a otras regiones del mundo, ya que es una variedad de altura y su floración depende de un número de horas-luz bien definido¹⁹

La quinua real es un cultivo originario de la región andina de América del Sur, se cultiva principalmente en el Altiplano Sur de Bolivia, donde existe un ecosistema especial que permite lograr la mejor cosecha tanto en cantidad como en calidad. Este ecosistema está situado entre 3500 y 4500 m.s.n.m. con suelos alcalinos, escasa precipitación pluvial, temperaturas bajas y gran luminosidad. En este peculiar ecosistema se produce la denominada "Quinua Real". Cultivada desde tiempos precolombinos. Su nombre científico es *CHENOPODIUM QUÍNOA WILD*, es de tipo quinopodiácea pseudo cereal, que produce una semilla comestible pequeña de 2.63 mm de diámetro, de grano redondo semiaplanado de color blanco amarillento.

Es muy importante diferenciar la variedad Quinua Real de la variedad Quinua dulce o Sajama, la variedad Real solamente es producida en Bolivia en los Departamentos de Oruro y Potosí alrededor de los Salares de Uyuni y Coipasa éstas tierras son las que

¹⁹ Villalobos y Espejo 1997

presentan una textura apropiada para la producción de la Quinoa Real. En cambio la variedad Quinoa Dulce se produce en la zona norte de La Paz, cabeceras de valles de los otros departamento de Bolivia; es importante precisar que esta variedad es producida por muchos países del continente sudamericano y norte americano, especialmente en Perú y Ecuador. La diferencia se encuentra en el grano este es más pequeño en comparación a la Variedad Real alcanzando 1.8 mm de diámetro y su SAPONINA no es amarga como la variedad Real.

1.3.1. CICLO DE PRODUCCIÓN DE LA QUINUA REAL

La planta crece y madura en un periodo de 6 a 7 meses (Septiembre – Abril) en condiciones climáticas propias de los Andes, y altura comprendida entre 2500 a 4000 m.s.n.m, bajas temperaturas y escasa humedad (Cuadro 2).

Cuadro 2

Características en la siembra y la cosecha de la Quinoa Real

Características agroclimáticas	2500 – 4000 msnm., Precipitación pluvial, 150 y 300 mm año	
	Temperatura media entre 5 y 14 °C fluctuaciones de menos 7 y 13 °C en el invierno	
Preparación de tierras	Talado abonado con estiércol de ovinos y camélidos	Junio – Julio
	Barbecho.- (arado, roturado, con maquinaria)	Diciembre – Enero
	Siembra.- (manual y a maquinaria)	Septiembre – Octubre
	Labores culturales.- (deshierbe, fumigación)	Febrero – Marzo
	Arrancado y secado.- (todo manual)	Marzo – Abril
	Trillado.- (manual y a maquinaria)	Abril – Mayo
Rendimientos por hectárea	1000 a 1500 Kg.	

Fuente: Villalobos y Espejo 1997

El grano debe ser pre tratado antes de ser consumido, es preciso extraer cierta cantidad de compuestos glucósidos llamados SAPONINA, los cuales se encuentran en el epicarpio de esta especie, tales compuestos confieren un sabor amargo.²⁰

La quinua Real es relativamente resistente a las heladas y períodos de sequía, lo cual facilita su cultivo en las rigurosas condiciones climáticas del altiplano. El grano de quinua real tiene un alto contenido de saponina que le da un sabor muy amargo y debe ser removida antes de su consumo aumentando el costo de su procesamiento. Sin embargo este alto contenido de saponina crea cierta protección del grano contra el ataque de plagas.

1.3.2. TRANSFORMACIÓN (PRE TRATAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN)

El grano de quinua contiene saponina, un alcaloide de relativa toxicidad, que le confiere un sabor amargo al grano, por lo tanto éste debe ser eliminado. Otros procesos complementarios al tratamiento del grano de quinua son: secado, venteado, selección por tamaño, separación de piedras e impurezas y envasado.

La mayor parte de la quinua convencional, antes de su comercialización es procesada de forma artesanal, en plantas que usualmente disponen los mismos mayoristas. En cambio, toda la quinua ecológica de exportación que se comercializa pasa inevitablemente por las plantas industriales de procesamiento.

Otro destino de esta producción son las plantas de procesamiento de empresas privadas que se encuentran en Oruro, Challapata y La Paz. Estas empresas también tienen sus respectivos centros de acopio en las regiones productoras. Las plantas de

²⁰ http://www.prodiversitas.bioetica.org/quinua.htm#_Toc23740773

procesamiento, además envasan y comercializan el grano en forma directa al exterior y eventualmente al interior del país²¹

Los productores de quinua convencional de las regiones altiplánicas de Oruro y Potosí comercializan su producción con los denominados “intermediarios”, personas que generalmente disponen de transporte propio y se dedican a la compra en las mismas comunidades, de la quinua “a granel”, es decir, sin desaponificar, sin limpiar y sin clasificar y lo revenden en Challapata a algún mayorista, quienes realizan el procesamiento en forma artesanal o encargan hacerlo a terceros para posteriormente transportar hasta las ciudades, y vender a los “fraccionadores” (envasadores al por menor) y/o para revenderla a los comerciantes minoristas.

Los productores de quinua convencional del altiplano norte y central destinan la mayor parte de su producción al autoconsumo. Sin embargo su producción comercializable, la llevan a las ferias zonales donde operan los tradicionales intermediarios. Estos realizan la operación artesanal de procesamiento para ser vendida a fraccionadores o comerciantes detallistas en las ciudades de La Paz y El Alto.

1.3.3. USOS DE LA QUINUA

El grano de quinua se utiliza esencialmente como alimento para humanos y en menor medida para fines medicinales. Existen diferentes formas de consumo de este producto como grano, hojuela, pipoca y en algunos productos derivados, como apis, harinas, sopas, pastas, cereales preparados y en barras de chocolate. Como subproducto del cultivo de la quinua esta el forraje para el ganado y leña²²

²¹ Escenarios virtuales y reales del sector agropecuario y rural del altiplano boliviano, CEDLA, KIT. Agosto de 2001, La Paz - Bolivia.

²² Memoria primer simposio nacional Realidad y perspectiva de la quina, Primera vicepresidencia del honorable senado nacional. Octubre de 1995, La Paz - Bolivia.

La demanda actual es muy grande en mercados europeos y estadounidenses por tonelada métrica de quinua orgánica son elevados, hasta cinco veces más que el precio internacional de la soya por tonelada métrica²³

1.4. ASPECTOS NUTRICIONALES DE LOS ALIMENTOS

Los nutrientes pueden ser clasificados en cinco grupos principales: Proteínas, Hidratos de carbono, Grasas, Vitaminas y Minerales.

- Las proteínas se utilizan principalmente para construir los tejidos del organismo como los huesos, los músculos o la piel y para formar algunas hormonas, enzimas y otras sustancias importantes.
- Los hidratos de carbono o azúcares son la principal fuente de energía para todas las funciones que tienen lugar en nuestro organismo.
- Las grasas también son una fuente de energía. En muchos casos, esta energía se almacena. Las grasas forman parte de algunas estructuras, como las membranas de todas las células, y son necesarias también para absorber algunas vitaminas.
- Nuestro cuerpo necesita también minerales, como el calcio, el fósforo o el hierro. El calcio y el fósforo son muy importantes para que tus huesos crezcan y conserven su dureza. El hierro es fundamental para que los glóbulos rojos de la sangre puedan transportar oxígeno.
- Las vitaminas son un grupo de sustancias que participan en muchas funciones de tu organismo. La mayoría se nombran con letras, como la vitamina A, la vitamina C, la D, la E, la K y el grupo de las vitaminas B.

En los alimentos hay otros componentes que no son nutrientes, como la fibra, pero que también son importantes. La fibra se ingiere con los alimentos, pero la digestión

²³ Andino de Competitividad, CAF, CID, CLACDS-INCAE. Junio del 2001, La Paz – Bolivia.

no puede romperla y se elimina con las heces. Sin embargo, la fibra es muy importante porque ayuda a que tu aparato digestivo funcione correctamente.²⁴

1.5. VALOR NUTRITIVO

Los alimentos son sustancias de naturaleza compleja que contienen los elementos necesarios para el mantenimiento de las funciones vitales por el organismo. En la actualidad, se reconocen en los alimentos más de cuarenta constituyentes esenciales, entre los que se encuentran los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas, los minerales, las vitaminas y el agua.²⁵

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor. La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de las familias de los Andes, fue base nutricional en las principales culturas americanas.

Desde el punto de Vista nutricional y alimentario la quinua se constituye en fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales.

“La Quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas (cuadro3), dada por los aminoácidos esenciales que constituye como: la ISOLEUCINA, LEUCINA, LISINA, METIONINA, FENILALANINA, TREONINA, TRIPTÓFANO, Y VALINA.”²⁶

La QUINUA posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como FÓSFORO, POTASIO, MAGNESIO Y CALCIO entre otros minerales (Cuadro 3).

²⁴ Microsoft © Encarta © 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

²⁵ Andino de Competitividad, CAF, CID, CLACDS-INCAE. Junio del 2001, La Paz – Bolivia..

²⁶ Andean Valley SA, Manual HACCP, La Paz, 1-2 p.

Cuadro 3
Componentes de la quinua con otros cereales

Cereales	Componentes						
	Proteínas	Grasas	Fibras	Cenizas	Calcio	Fosforo	Carbohidratos
Quinua	13.00	6.70	3.45	3.06	0.12	0.36	71.00
Trigo	11.43	2.08	3.65	1.46	0.05	0.42	71.00
Maíz	12.28	4.30	1.68	1.49	0.01	0.30	70.00
Arroz	10.25	0.16	Vegetal	0.60	0.00	0.10	78.00
Avena	12.30	5.60	8.70	2.60	0.00	0.00	60.00

Fuente: SAITESRLSociedadagroindustrialytécnica(<http://quinuasaite.com.bo>)

Es un grano blando, de fácil digestión, de rápida cocción y apreciable sabor. Además, es muy fácil de usar y se comercializa en varias formas: grano, hojuelas, harina, pasta, panes, galletas y bebidas. Como no posee gluten está especialmente indicada para las personas celíacas (alérgicas al gluten).

El valor calórico es mayor que en otros cereales, tanto en grano como en harina alcanza a 370 cal/100gr., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías.

La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de la región andina.

Los siguientes cuadros comparativos muestran las ventajas de la quinua respecto otros alimentos proteínicos y cereales

La Quinua como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento así como el de conservar el calor del organismo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada.

El SELADIS estableció que la Quinoa Real es el primer alimento que posee las proteínas completas, es decir 20 aminoácidos y entre los esenciales está la lisina, tirosina y metionina, y lo interesante es que se presentan en cantidades adecuadas y aptas para el consumo humano.

1.6. PROTEÍNAS

Las proteínas son los compuestos nitrogenados más abundantes del organismo, a la vez que son el fundamento mismo de la vida. En efecto, debido a la gran variedad de proteínas existentes y como consecuencia de su estructura, las proteínas cumplen funciones sumamente diversas, participando en todos los procesos biológicos y constituyendo estructuras fundamentales en los seres vivos. De este modo, actúan acelerando reacciones químicas que de otro modo no podrían producirse en los tiempos necesarios para la vida (enzimas), transportando sustancias (como la hemoglobina de la sangre, que transporta oxígeno a los tejidos), cumpliendo funciones estructurales (como la queratina del pelo), sirviendo como reserva (albúmina de huevo), etc.

“Las proteínas son macromoléculas complejas que pueden dar cuenta de más del 50% del peso seco de las células, en cuya estructura y función juegan un papel importante”²⁷

“El organismo consume proteínas pero no las almacena. Por eso, es necesario incorporarlas en la dieta de todos los días. Otra característica es que no puede tomarlas directamente de los alimentos. Es decir, durante el proceso de digestión, las transforma y reduce a sus componentes más sencillos. Los aminoácidos.”²⁸

Las proteínas proporcionan los materiales que sirven para la formación y reparación de los tejidos del organismo. Fundamentales para el crecimiento, desarrollo y conservación de la vida. Son el alimento básico de las células y proporcionan los

²⁷ FENNEMA Owen, “Química de los alimentos”, Editorial ACRIBIA España 1985

²⁸ BERK, Z. Introducción a la bioquímica de los alimentos. México. El manual Moderno. 1998

materiales que constituyen los músculos, huesos, glándulas, órganos internos, sistema nervioso, sangre y otros líquidos del cuerpo, como así también la piel, el cabello y las uñas.

Los alimentos que ingerimos nos proveen proteínas. Pero tales proteínas no se absorben normalmente en tal constitución sino que, luego de su desdoblamiento ("hidrólisis" o rotura), causado por el proceso de digestión, atraviesan la pared intestinal en forma de aminoácidos y cadenas cortas de péptidos, según lo que se denomina "circulación entero hepática".

Esas sustancias se incorporan inicialmente al torrente sanguíneo y, desde allí, son distribuidas hacia los tejidos que las necesitan para formar las proteínas, consumidas durante el ciclo vital.

Las moléculas proteicas van desde las largas fibras insolubles que forman el tejido conectivo y el pelo, hasta los glóbulos compactos solubles, capaces de atravesar la membrana celular y desencadenar reacciones metabólicas. Tienen un peso molecular elevado y son específicas de cada especie y de cada uno de sus órganos. Se estima que el ser humano tiene unas 30.000 proteínas distintas, de las que sólo un 2% se ha descrito con detalle. Las proteínas sirven sobre todo para construir y mantener las células, aunque su descomposición química también proporciona energía, con un rendimiento de 4 kilocalorías por gramo, similar al de los hidratos de carbono.

1.6.1. ESTRUCTURA DE PROTEÍNAS

El nivel más básico de estructura proteica, llamado estructura primaria, es la secuencia lineal de aminoácidos que está determinada, a su vez, por el orden de los nucleótidos en el ADN o en el ARN. Las diferentes secuencias de aminoácidos a lo largo de la cadena afectan de distintas formas a la estructura de la molécula de proteína. Fuerzas como los enlaces de hidrógeno, los puentes disulfuro, la atracción entre cargas positivas y negativas, y los enlaces hidrófobos (repelentes del agua) e hidrófilos (afines al agua) hacen que la molécula se arrolle o pliegue y adopte una estructura secundaria; un ejemplo es la llamada hélice α . Cuando las fuerzas provocan

que la molécula se vuelva todavía más compacta, como ocurre en las proteínas globulares, se constituye una estructura terciaria donde la secuencia de aminoácidos adquiere una conformación tridimensional. Se dice que la molécula tiene estructura cuaternaria cuando está formada por más de una cadena polipeptídica, como ocurre en la hemoglobina y en algunas enzimas. Determinados factores mecánicos (agitación), físicos (aumento de temperatura) o químicos (presencia en el medio de alcohol, acetona, urea, detergentes o valores extremos de pH) provocan la desnaturalización de la proteína, es decir, la pérdida de su estructura tridimensional; las proteínas se despliegan y pierden su actividad biológica.

1.6.2. RECAMBIO PROTEICO

Las proteínas del cuerpo están en un continuo proceso de renovación. Por un lado, se degradan hasta sus aminoácidos constituyentes, y por otro, se utilizan estos aminoácidos junto con los obtenidos de la dieta, para formar nuevas proteínas en base a las necesidades del momento. A este mecanismo se le llama recambio proteico. Es imprescindible para el mantenimiento de la vida, siendo la principal causa del consumo energético en reposo.

A pesar de la versatilidad de las proteínas, los humanos no estamos fisiológicamente preparados para una dieta exclusivamente proteica.

1.6.3. BALANCE DE NITRÓGENO

El componente máspreciado de las proteínas es el nitrógeno que contienen. Con él, podemos reponer las pérdidas obligadas que sufrimos a través de las heces y la orina. A la relación entre el nitrógeno proteico que ingerimos y el que perdemos se le llama balance nitrogenado. Debemos ingerir al menos la misma cantidad de nitrógeno que la que perdemos. Cuando el balance es negativo perdemos proteínas y podemos tener problemas de salud. Durante el crecimiento o la gestación, el balance debe ser siempre positivo.

1.6.4. VALOR QUÍMICO DE UNA PROTEÍNA

El valor químico de una proteína se define como: “el cociente entre los miligramos del aminoácido limitante existente por gramo de la proteína en cuestión y los miligramos del mismo aminoácido por gramo de una proteína de referencia”. El aminoácido limitante es aquel en el que el déficit es mayor comparado con la proteína de referencia, es decir, aquel que, una vez realizado el cálculo, da un valor químico más bajo. La "proteína de referencia" es una proteína teórica definida por la *FAO* con la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas. Se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad, ya que las necesidades de aminoácidos esenciales son distintas.

El valor químico de una proteína no tiene en cuenta otros factores, como la digestibilidad de la proteína o el hecho de que algunos aminoácidos pueden estar en formas químicas no utilizables. Sin embargo, es el único fácilmente medible. Los otros parámetros utilizados para evaluar la calidad de una proteína (coeficiente de digestibilidad, valor biológico o utilización neta de proteína) se obtienen a partir de experimentos dietéticos con animales o con voluntarios humanos.

Las proteínas de los cereales son en general severamente deficientes en lisina, mientras que las de las leguminosas lo son en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). Las proteínas animales tienen en general composiciones más próximas a la considerada ideal.

1.7. AMINOÁCIDOS

“Los aminoácidos son las unidades elementales constitutivas de las moléculas denominadas Proteínas. Son pues, los "ladrillos" con los cuales el organismo reconstituye permanentemente sus proteínas específicas consumidas por la sola acción de vivir.”²⁹

²⁹ FENNEMA Owen, “Química de los alimentos”, Editorial ACRIBIA España 1985

Los Aminoácidos son sustancias cristalinas, casi siempre de sabor dulce; tienen carácter ácido como propiedad básica y actividad óptica; químicamente son ácidos carbónicos conteniendo por lo menos un grupo amino por molécula, 20 aminoácidos diferentes son los componentes esenciales de las proteínas. Aparte de éstos, se conocen otros que son componentes de las paredes celulares. Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos, nuestro cuerpo solo sintetiza 16 aminoácidos, reciclando las células muertas a partir del conducto intestinal y catabolizando las proteínas dentro del propio cuerpo.

Cuadro 4
Comparación de aminoácidos entre la quinua y otros cereales

Aminoácidos esenciales	Cereales			
	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Histidina	3.2	2.6	2.1	2.0
Isoleucina	4.4	4.0	4.1	4.2
Leucina	6.6	12.5	8.2	6.8
Lisina	6.1	2.9	3.8	2.6
Metionina + cistina	4.8	4.0	3.6	3.7
Fenilalanina + tirosina	7.3	8.6	10.5	8.2
Treonina	3.8	3.8	3.8	2.8
Triptófano	1.1	0.7	1.1	1.2
Valina	4.5	5.0	6.1	4.4
Alanina	4.5	7.3	6.0	3.6
Arginina	8.5	4.2	6.9	4.5
Acido aspartico	7.8	6.9	10.0	5.0
Acido glutámico	13.2	18.8	19.7	29.5
Glicina	6.1	4.0	4.7	4.0
Prolina	3.3	9.1	4.9	10.2

Fuente: SAITE SRL Sociedad agroindustrial y técnica
(<http://quinuasaites.com.bo/200.html>)

Se sabe que de los 20 aminoácidos proteicos conocidos, 8 son esenciales (indispensables) para la vida humana y 2 son "Semi indispensables". Son estos 10 aminoácidos los que requieren ser incorporados al organismo en la dieta cotidiana, y con mayor razón en los momentos en que el organismo más los necesita: en la disfunción o enfermedad. El cuerpo puede lograr aminoácidos de una forma limitada. No puede fabricar ocho de los aminoácidos que forman parte de las proteínas que consume y, en consecuencia, debe tomarlos directamente de los alimentos. Los aminoácidos esenciales son: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Los aminoácidos esenciales fundamentales son el triptófano, la lisina y la metionina debido a que no se encuentran en cantidades ideales para su consumo en los cereales (cuadro4). Es típica su carencia en poblaciones en las que los cereales o los tubérculos constituyen la base de la alimentación. El déficit de aminoácidos esenciales afectan mucho más a los niños que a los adultos.

Desde el punto de vista nutricional, la quinua tiene proteínas superiores a la caseína de la leche (además de que contiene mayor cantidad de hierro y calcio). Y, a pesar de contener menor porcentaje de proteína que la soja (que tiene 33%), posee 16 aminoácidos. Respecto a la cantidad de lisina la quinua tiene 1.4 veces más que la soja, 5 veces más que el maíz, 20 más que el trigo y 14 más que la misma leche.

La importancia de la lisina se debe a que tiene funciones claves en el desarrollo de las células del cerebro humano y en el crecimiento. De hecho, se la asocia con el desarrollo de la inteligencia, la memoria y el aprendizaje. Una dieta baja en este aminoácido no permite un crecimiento normal de los niños.

En el caso de la metionina, es consumida como fuente principal de azufre y necesario para el metabolismo de la insulina.

1.7.1. LOS 8 AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Del cuadro anterior se puede evidenciar que la quinua poseé en cantidades necesarias los aminoácidos esenciales

Estos ocho son los denominados *aminoácidos esenciales*, y si falta uno solo de ellos no será posible sintetizar ninguna de las proteínas en la que sea requerido dicho aminoácido. Esto puede dar lugar a diferentes tipos de desnutrición, según cuál sea el aminoácido limitante.

Además hay otros dos aminoácidos, la Cisteína y la Tirosina, que solo pueden obtenerse o bien directamente de la dieta o bien a partir de los esenciales Metionina y Fenilalanina (en cambio, a la inversa no es posible). La Histidina es también probablemente esencial en los niños, ya que la sintetizan pero en una cantidad insuficiente.

El valor nutricional de un alimento proteico depende de su composición en aminoácidos. Si contiene un porcentaje menor que el necesario de alguno de los aminoácidos esenciales, su valor nutricional será proporcionalmente menor que el que tendría si contuviera una proporción suficiente de todos ellos. Es necesario prestar especial atención a los contenidos de lisina y de metionina, ya que existen proteínas (sobre todo vegetales) seriamente deficientes en ellos. El triptófano y la treonina pueden ser escasos en proteínas muy peculiares (como la gelatina), mientras que los demás aminoácidos esenciales se encuentran en proporciones suficientes en todas las proteínas.

1.7.1.1. ISOLEUCINA

Junto con la L-Leucina y la Hormona del Crecimiento intervienen en la formación y reparación del tejido muscular.

1.7.1.2. LEUCINA

Junto con la L-Isoleucina y la Hormona del Crecimiento (HGH) interviene con la formación y reparación del tejido muscular.

1.7.1.3. LISINA

Es uno de los más importantes aminoácidos porque, en asociación con varios aminoácidos más, interviene en diversas funciones, incluyendo el crecimiento, reparación de tejidos, anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas.

1.7.1.4. METIONINA

Colabora en la síntesis de proteínas y constituye el principal limitante en las proteínas de la dieta. El aminoácido limitante determina el porcentaje de alimento que va a utilizarse a nivel celular.

1.7.1.5. FENILALANINA

Interviene en la producción del Colágeno, fundamentalmente en la estructura de la piel y el tejido conectivo, y así como en la formación de diversas neurohormonas.

1.7.1.6. TRIPTÓFANO

Está implicado en el crecimiento y en la producción hormonal, especialmente en la función de las glándulas de secreción adrenal. También interviene en la síntesis de la serotonina, neurohormona involucrada en la relajación y el sueño

1.7.1.7. TREONINA

Junto con la L-Metionina y el ácido L- Aspártico ayuda al hígado en sus funciones generales de desintoxicación.

1.7.1.8. VALINA

Estimula el crecimiento y reparación de los tejidos, el mantenimiento de diversos sistemas y balance de nitrógeno.

1.8. VALOR NUTRITIVO DE LAS PROTEÍNAS

“El conjunto de los aminoácidos esenciales sólo está presente en las proteínas de origen animal. En la mayoría de los vegetales siempre hay alguno que no está presente en cantidades suficientes. Se define el valor o calidad biológica de una determinada proteína por su capacidad de aportar todos los aminoácidos necesarios

para los seres humanos. La calidad biológica de una proteína será mayor cuanto más similar sea su composición a la de las proteínas de nuestro cuerpo. De hecho, la leche materna es el patrón con el que se compara el valor biológico de las demás proteínas de la dieta.»³⁰

No todas las proteínas que ingerimos se digieren y asimilan. La utilización neta de una determinada proteína, o aporte proteico neto, es la relación entre el nitrógeno que contiene y el que el organismo retiene. Hay proteínas de origen vegetal, como la de la soja, que a pesar de tener menor valor biológico que otras proteínas de origen animal, su aporte proteico neto es mayor por asimilarse mucho mejor en nuestro sistema digestivo.

1.8.1. NECESIDADES DIARIAS DE PROTEÍNAS

Las necesidades de proteínas, al igual que las de energía, son también una función del peso, pero, al contrario que éstas, dependen también, y mucho, de la edad. Esto es así porque, además de la proteína necesaria para el recambio de la destruida en el metabolismo (no todos sus aminoácidos pueden recuperarse), la proteína es también indispensable para el crecimiento. Cuanto más rápido sea éste (los primeros años de la vida) tanto mayor será la necesidad de proteínas por Kg. de peso corporal.

El máximo de proteínas que podemos ingerir sin afectar a nuestra salud, es un tema aún más delicado. Las proteínas consumidas en exceso, que el organismo no necesita para el crecimiento o para el recambio proteico se queman en las células para producir energía. A pesar de que tienen un rendimiento energético igual al de los hidratos de carbono, su combustión es más compleja y dejan residuos metabólicos, como el amoníaco, que son tóxicos para el organismo. El cuerpo humano dispone de eficientes sistemas de eliminación, pero todo exceso de proteínas supone cierto grado de intoxicación que provoca la destrucción de tejidos y, en última instancia, la

³⁰ POTTER Norman "La ciencia de los alimentos" Editorial EDUTEX EEUU 1978

enfermedad o el envejecimiento prematuro. Debemos evitar comer más proteínas de las estrictamente necesarias para cubrir nuestras necesidades.

La cantidad de proteínas que se requieren cada día es un tema controvertido, puesto que depende de muchos factores. Depende de la edad, ya que en el período de crecimiento las necesidades son el doble o incluso el triple que para un adulto, y del estado de salud de nuestro intestino y nuestros riñones, que pueden hacer variar el grado de asimilación o las pérdidas de nitrógeno por las heces y la orina. También depende del valor biológico de las proteínas que se consuman, aunque en general, todas las recomendaciones siempre se refieren a proteínas de alto valor biológico. Si no lo son, las necesidades serán aún mayores.

En general, se recomiendan unos 40 a 60 gr. de proteínas al día para un adulto sano. La Organización Mundial de la Salud y las RDA. USA recomiendan un valor de 0.8 gr. por kilogramo de peso y día. Por supuesto, durante el crecimiento, el embarazo o la lactancia estas necesidades aumentan, como reflejan la tabla de necesidades mínimas de proteínas

1.9. PROTEÍNAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL

Puesto que sólo asimilamos aminoácidos y no proteínas completas, el organismo no puede distinguir si estos aminoácidos provienen de proteínas de origen animal o vegetal. Comparando ambos tipos de proteínas podemos señalar.

Las proteínas de origen animal son moléculas mucho más grandes y complejas, por lo que contienen mayor cantidad y diversidad de aminoácidos. En general, su valor biológico es mayor que las de origen vegetal. Como contrapartida son más difíciles de digerir, puesto que hay mayor número de enlaces entre aminoácidos por romper. Combinando adecuadamente las proteínas vegetales (legumbres con cereales o lácteos con cereales) se puede obtener un conjunto de aminoácidos equilibrado.

Al ingerir proteínas animales a partir de carnes de res, aves o pescados ingerimos también todos los desechos del metabolismo celular presentes en esos tejidos (amoníaco, ácido úrico, etc.), que el animal no pudo eliminar antes de ser sacrificado,

éstos compuestos actúan como tóxicos en nuestro organismo. Al ser el metabolismo de los vegetales distinto estos derivados nitrogenados no están presentes. Los tóxicos de la carne se pueden evitar consumiendo las proteínas de origen animal a partir de huevos, leche y sus derivados. En cualquier caso, siempre serán preferibles los huevos y los lácteos a las carnes, pescados y aves. En este sentido, también preferiremos los pescados a las aves, y las aves a las carnes rojas o de cerdo.

La proteína animal suele ir acompañada de grasas de origen animal, en su mayor parte saturadas. Se ha demostrado que un elevado aporte de ácidos grasos saturados aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

En general, se recomienda que una tercera parte de las proteínas que comamos sean de origen animal, pero es perfectamente posible estar bien nutrido sólo con proteínas vegetales. Eso sí, teniendo la precaución de combinar estos alimentos en función de sus aminoácidos limitantes. El problema de las dietas vegetarianas en occidente suele estar más bien en el déficit de algunas vitaminas, como la B12, o de minerales, como el hierro.

1.10. COAGULACIÓN DE PROTEÍNAS

Las proteínas, debido al gran tamaño de sus moléculas, forman con el agua soluciones coloidales. Estas soluciones pueden precipitar con formación de coágulos al ser calentadas a temperaturas superiores a los 70⁰C o al ser tratadas con soluciones salinas, ácidos, alcohol, etc. La coagulación de las proteínas es un proceso irreversible y se debe a su desnaturalización por los agentes indicados, que al actuar sobre la proteína la desordenan por la destrucción de su estructura terciaria y cuaternaria.

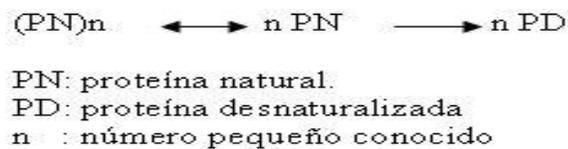
Se definen como coagulación las reacciones de agregación no ordenadas que se producen con desnaturalización y en las que predominan las reacciones de agregación o las interacciones proteína – proteína con relación a las interacciones proteína-disolvente; esto conduce a la formación de un gran coagulo.

1.11. GELIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

Primero hay que diferenciar la gelificación de los otros fenómenos similares en los que el grado de dispersión de una solución proteica también decrece (tal como ocurre con la asociación, agregación, polimerización, precipitación, floculación y coagulación).

Se denomina gelificación cuando las moléculas desnaturalizadas se agregan para formar una red proteica ordenada (Ecuación 1).

Ecuación 1



La gelificación proteica no se aplica solamente para la formación de geles sólidos visco elásticos, sino también para mejorar la absorción de agua, el espesado, la unión de partículas (adhesión) y para estabilizar emulsiones y espumas. Aunque están bien establecidas las condiciones prácticas para la gelificación de las diversas proteínas, no se logra fácilmente el óptimo a causa de factores ambientales, el pretratamiento de la proteína, empleo de mezclas de proteínas, etc. En la mayoría de los casos es indispensable un tratamiento térmico para conseguir la gelificación. Puede necesitarse un enfriamiento posterior y a veces, resulta aconsejable una acidificación ligera. No obstante, varias proteínas pueden gelificarse sin calentamiento, con sólo únicamente una hidrólisis enzimática moderada (micelas de caseína, clara de huevo, fibrina), una simple adición de iones calcio, (micelas de caseína) o una alcalización seguida de un retorno a la neutralidad o al pH isoelectrico (proteínas de soya).

Frecuentemente se utilizan como parámetros para comparar diversos geles entre sí, los márgenes de temperatura, pH y concentración en proteína que permiten la formación de un gel, la velocidad de gelificación a distintas temperaturas, la transparencia de gel, la resistencia de gel al almacenamiento, al calor, a la

congelación/descongelación, el tipo de desestabilización observado (fusión, sinéresis, exudación).

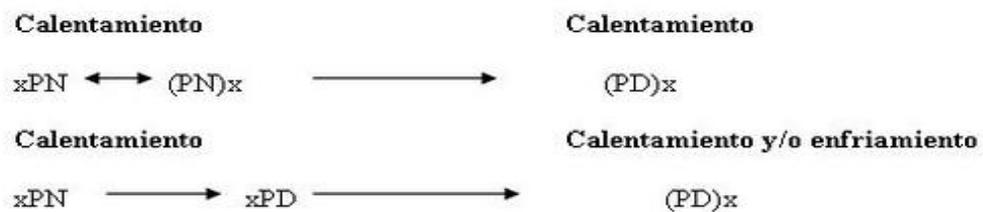
Existen numerosos geles bajo forma de estructura hidratada fuertemente expandidos y con más de 10 g de agua por g de proteína y con otros diferentes constituyentes alimenticios englobados en la red proteica. Por esto, algunos geles proteicos pueden llegar a contener hasta un 98% de agua; aunque una gran parte de esta agua tenga propiedades idénticas a las del agua de una solución salina diluida, está retenida físicamente y no puede expulsarse con facilidad. Después del enfriamiento (Ecuación 2), las moléculas proteicas pueden reunirse, formando de nuevo enlaces de hidrógeno de manera que reproduzcan la estructura necesaria para englobar el agua libre. También es probable que los poros de la red proteica retengan el agua capilar. Partiendo de una solución acuosa de proteínas, las primeras etapas de gelificación térmica son.

La disociación reversible de la estructura cuaternaria en subunidades o monómeros la disociación irreversible de polímeros naturales también puede constituir la primera etapa de la desnaturalización (Ecuación 2).

La desnaturalización irreversible de estructuras secundaria y terciaria (el desdoblamiento es frecuentemente parcial).

Aunque el estado gelificado final corresponde a agregados de proteína parcialmente desnaturalizado, (PD) x, no se sabe siempre con cuál de los esquemas siguientes está implicado:

Ecuación 2



Corrientemente la primera parte de la ecuación se considera aplicable a las reacciones de floculación, mientras que la segunda parte lo sería más generalmente para las reacciones de coagulación gruesa.

1.12. GELIFICACIÓN DE ALMIDONES

Los almidones tienen valor como aditivos alimentarios dada su contribución a la textura en los sistemas alimentarios, siendo su utilización como agente espesante, su aplicación alimentaria más importante. Han sido parte fundamental de la dieta del hombre desde los tiempos prehistóricos y se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética y su concentración varía con el grado de madurez.

Deben comprenderse diversos fenómenos básicos del comportamiento del almidón para así entender el papel del mismo como espesante: la composición química respecto a sus polisacáridos lineales y ramificados y el papel de estos compuestos en la gelatinización y en la gelificación del almidón.

La gelatinización consiste en las modificaciones que se producen cuando los gránulos de almidón son tratados por calor en agua. A temperatura ambiente no tienen modificaciones aparentes en los gránulos nativos de almidón pero cuando se le aplica calor (60 – 70 °C), la energía térmica permite que pase algo de agua a través de la red molecular. Si se continúa aumentando la temperatura los enlaces de hidrógenos se rompen y la entrada de agua se produce más fácilmente cuando continúa el calentamiento, provocando el hinchamiento rápido de los gránulos de almidón (formación de pasta). El rango de temperatura que tiene lugar el hinchamiento de todos los gránulos se conoce como rango de gelatinización y es característico de la variedad particular de almidón que se está investigando.

La gelificación es la formación de un gel y no se produce hasta que se enfría una pasta de almidón. Es decir, la gelatinización debe preceder a la gelificación. Al enfriarse una pasta de almidón se forman enlaces intermoleculares entre las moléculas de Amilosa. Se forma una red donde queda el agua atrapada, al igual que cualquier

otro gel, el del almidón es un líquido con características de sólidos. Los geles formados se hacen progresivamente más fuertes durante las primeras horas de preparación, pero a medida que progresa el tiempo el gel tiende a envejecerse debido a la retrogradación del almidón, perdiendo su fortaleza y permitiendo la salida del agua del gel.

Existen algunos factores que afectan a la gelatinización y gelificación del almidón, entre estos tenemos:

- Concentración de Amilosa/ Amilopectina
- Tipos de Almidones
- Grado de calentamiento
- Sacarosa
- Ácido

1.13. PASTA

Según el Código Alimentario (Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración, Circulación y Comercio de Pastas Alimenticias) se designaran con el nombre de pastas alimenticias los productos obtenidos por desecación de una masa no fermentada elaborada con sémolas o harinas procedentes de trigo duro, trigo semiduro o trigo blando o sus mezclas con agua potable.

La pasta es un alimento nutritivo que contiene carbohidratos complejos y es baja en grasa. Es un alimento de bajo costo, fácil de preparar se cuecen en agua, con lo cual aumenta unas tres veces su volumen, se coagulan sus proteínas y se gelifican sus almidones, versátil que puede ser consumido por todos los sectores de la población.

"Las pastas alimenticias son productos obtenidos por desecación de una masa no fermentada obtenidos por el empaste y amasado mecánico de sémolas o harinas y

mezcladas con agua potable, con o sin la adición de otros ingredientes , como: huevo, glutina, sal, azafrán para colorarlas y aromatizarlas".³¹

La bondad de las pastas alimenticias depende de las siguientes características: de la calidad de las harinas empleadas y del agua, de la confección, desecación y conservación.

Los promedios de la composición de las pastas alimenticias sin huevo y con huevo se presentan en el (cuadro 5) por cada 100 g. Las pastas son un producto nutritivo complejo que posee más de 100 substancias.

Cuadro 5
Composición de las pastas alimenticias

Nutriente	Pasta	
	Sin huevo	Con huevo
Agua, grs.	12.5	9.1
Energía, Kcal.	360.0	385.0
Proteína, grs.	11.4	14.3
Grasa, grs.	1.1	5.0
Hidratos de carbono	74.0	70.6
Minerales, grs.	1.0	19.0

Fuente: Tecnología de Alimentos, MÉXICO, LIMUSA, 1997

Las pastas alimenticias son altamente energéticas, proporcionando 360 Kcal por cada 100gr cuando son sin huevo y unas 385 Kcal si son elaboradas con huevo.

1.13.1 ORIGEN

La pasta es un alimento que normalmente se asocia con Italia. Los italianos hoy en día consumen más pasta por persona que cualquier otra nación (aproximadamente 30-35 kg por persona / año). Sin embargo, ellos no inventaron la pasta. Existen registros que señalan que los tallarines se elaboraban en China desde al menos 3000 años A.C.

³¹ CHARLEY, Helen, "tecnología de Alimentos", MÉXICO, LIMUSA, 1997

En los mitos de la antigua Grecia se asegura que el dios Griego Vulcano inventó un ingenio para preparar tiras o hilos de pasta que serían similares a los espaguetis.

Actualmente es uno de los alimentos más típicos y apreciados en las dietas de todo el mundo.

1.13.2 CLASIFICACIÓN

Existen distintos tipos de pasta en función de las materias prima utilizadas en su elaboración, o bien por la adición a esta de otros componentes o de sus formas y tamaños.

Según el método de fabricación se puede distinguir tres tipos de pasta: seca, fresca, y rellena. Las características de cada una de ellas son las siguientes:

- **PASTA SECA**

La harina de trigo que se utiliza es de germen de trigo duro, mezclada con agua a la temperatura adecuada y se mezcla con los demás ingredientes propios de cada especialidad. Terminando el proceso de mezcla se les da la forma y luego pasan al secador. Al final del proceso se produce el envasado y la distribución. Esta pasta no requiere ningún cuidado especial para su conservación.

Existe una gran variedad de pasta seca, tanto de forma como de tamaños. A simple vista puede parecer que no exista ninguna diferencia entre una y otras, pero lo cierto es cada formato se adapta mejor a una preparación.

- **PASTA FRESCA**

Le damos ese nombre a la pasta que se elabora artesanalmente y a la que no tiene un proceso de desecado y precisa menos cocción que la seca. Su textura es blanda, se conserva solo unos días refrigerada para que no se estropee.

- **PASTA RELLENA**

Es la masa que lleva diversos rellenos de carne, pollo, queso, verduras. Es importante que la cantidad y el tipo de relleno se complementen con la forma de la pasta.

Las pastas alimenticias también se pueden clasificar en base a su composición y su forma.

a) Por su composición.

TIPO I Pasta amarilla o blanca de harina de trigo y semolina para sopa

Es aquella elaborada por la desecación de las figuras obtenidas del amasado de semolina o harina de trigo, agua potable, ingredientes opcionales y aditivos permitidos.

TIPO II Pasta de harina de trigo y semolina con huevo e ingredientes adicionales para sopa

Es la que cumple con lo señalado para el tipo I y en su composición, debe tener como mínimo 4.2% de sólidos de huevo entero o yema de huevo, o bien, 16.8% de huevo entero líquido o yema de huevo líquida y los aditivos permitidos, exceptuando los colorantes artificiales y naturales.

TIPO III Pasta de harina de trigo y semolina con vegetales (indicando cuales) para sopa

Cumple con lo señalado para el tipo I y contiene vegetales tales como: zanahoria, tomate, espinacas o betabel; en una cantidad no menor de 3% de vegetal deshidratado en el producto terminado, ingredientes opcionales y aditivos permitidos, exceptuando colorantes artificiales.

b) Por su forma.

Las pastas se pueden clasificar de acuerdo a su forma como se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6
Clasificación de las pastas de acuerdo a la forma que presentan

Forma	Tipo de Pastas		
	Largas	cortas	Fantasías
Huecas	Macarrón	Codo	Hongo, almeja, corbata
		Plumilla	
		Concha	
compactas	Fideo	Estrella	
	Espagueti	Munición	
	Tallarín	Semilla de melón	
	Lasaña	Alfabeto, etc.	

Fuente: Salazar, 2000

1.14. PASTA COMO ALIMENTO HUMANO

1.14.1. AGUA

El agua físicamente atrapada no fluye en los alimentos aunque se corten o reduzcan en el tamaño de partícula. Por otra parte esta agua se comporta casi como el agua pura durante el procesamiento de los alimentos, se elimina fácilmente durante la desecación, se transforma rápidamente en hielo durante la congelación y conserva su capacidad disolvente.

La mayoría del agua presente en los tejidos y geles está físicamente atrapada y la modificación de la eficacia de la capacidad de retención de agua de los alimentos tiene un profundo efecto sobre la calidad. Algunos ejemplos de la calidad que surgen de la reducción de la capacidad de retención de agua son la sinéresis de los geles, el exudado de la descongelación, entre otros.

El agua ligada es el contenido de agua en equilibrio de una muestra a una temperatura dada. No suele congelarse a temperaturas de -40°C o inferiores. Cuando se enfría un alimento o se reduce su contenido de humedad de forma que todo o parte es convertido al estado cristalino, la movilidad molecular se reduce enormemente y las propiedades limitadas por difusión se estabilizan.

Las propiedades de hidratación de las harinas de los cereales se pueden valorar estudiando la capacidad para absorber o guardar una cierta cantidad de agua

En la industria de los alimentos existen dos formas de hidratar a los alimentos; por adición de agua en forma líquida y en forma de vapor de agua, las cuales son:

a) hidratación en forma líquida

Se fundamenta principalmente en la evolución de la consistencia de la masa según la concentración de agua: la evolución de la consistencia de la masa en función del contenido de agua, la medición de la cantidad de agua retenida por la harina después de su inmersión en un exceso de agua, la difusión aparente de agua en un sistema capilar.

La “capacidad de absorción de agua” de las harinas, se entiende como la cantidad de agua necesaria para producir una masa visco elástica de una consistencia deseada, la cual es determinada con la ayuda de métodos reológicos.

El desarrollo de la masa es seguido por el registro de la fuerza ejercida sobre la mezcla durante el proceso de mezclado. El incremento inicial de la medición puede ser asociado a las evoluciones sucesivas del sistema (la mezcla de harina y el agua, la hidratación de las partículas, la formación de interacciones entre los constituyentes de la harina y el incremento de la cohesión de las partículas) esto da lugar a la obtención de la masa. Es durante esta etapa que se obtiene un valor máximo en la medición que corresponde al desarrollo “máximo” de la masa. La capacidad de absorción de agua (la cual se reporta en g de agua/ 100 g de harina) se define como la cantidad de agua necesaria para conseguir un valor máximo de la medición.

Después del óptimo, si se continua amasando se observa una ligera reducción de la medición esto es asociado a la degradación de la masa por efecto de cizallamiento, generalmente se dice que está sobre amasado. La obtención de masas con una misma consistencia requiere la incorporación de cantidades diferentes de agua según las características de las harinas (notablemente de la calidad y la cantidad de proteínas, el porcentaje de almidón dañado, etc.) de los procesos y la adición de ingredientes.

Las propiedades de hidratación de las harinas de los cereales pueden ser valoradas por el parámetro de capacidad de retención de agua que corresponde a la cantidad de agua “retenida” por la harina después de la inmersión en un exceso de agua (durante un tiempo determinado) y centrifugación (para eliminar el exceso de agua. La capacidad de retención de agua generalmente se expresa en g de agua fijada por 100 g de harina (o por 100 g de materia seca)

b) hidratación de las partículas de harina

En el momento de la hidratación, el entorno de las partículas de harina se vuelve fuertemente hidrófilo. La estructura de las proteínas se modifica para adaptarse a un nuevo entorno rico en agua. El agua favorece el encubrimiento de la zonas hidrófobas y hace accesibles las agrupaciones hidrofílicas e iónicas de los constituyentes de la harina. Las proteínas sufren cambios de estructura: las regiones hidrófobas se van al interior de la molécula. El agua contribuye a la ruptura de los enlaces iónicos y a la formación de nuevos enlaces puente de hidrógeno, las moléculas más pequeñas se solubilizan (por ejemplo: sales, azúcares y algunas proteínas).

En cuanto el agua entra en contacto con la harina, se observa que las partículas hidratadas liberan filamentos de proteína capaces de interactuar para la formación de filamentos extremadamente delgados de gliadinas. Esta agregación es considerada como la primera fase de la formación de la masa.

1.14.2. CARBOHIDRATOS

Los constituyentes que comprenden los carbohidratos son: almidones, celulosas, azúcares, hemicelulosas y pentanosas.

El constituyente más abundante es el almidón, el cual se almacena en células del endospermo. Se diferencia de los demás constituyentes en que en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas (gránulos). Los gránulos del almidón son relativamente densos e insolubles, y no se hidratan bien en agua fría.

Estos se clasifican según su tamaño en grandes de 20 hasta 100mm y pequeños de hasta 1 mm. Una propiedad de los gránulos es que la mayor parte de estos están compuestos por una mezcla de polímeros: Amilosa y Amilopectina con 25% y 75% respectivamente.

La amilosa es un polímero esencialmente lineal de α -D-glucosa unida por enlaces α -1,4 aunque se conoce que se presentan algunos puntos de ramificación en los enlaces α -1,6 las cuales pueden ser muy largas o muy cortas, pero los puntos de ramificación están separados por largas distancias, de manera que las propiedades físicas de las moléculas de amilosa son esencialmente lineales.

La amilopectina está formada por α -D-glucosa, unida por enlaces α -1,4 y enlaces α -1,6 en los puntos de ramificación. Algunos almidones están formados exclusivamente por amilopectina y se les conoce como almidones céreos.

El almidón posee una estructura particular que otorga las propiedades específicas de solubilidad, viscosidad, gelificación o adhesión según las condiciones de hidratación y temperatura de los alimentos.

La capacidad de formar soluciones viscosas es alcanzada sólo cuando una suspensión de gránulos de almidón es sometida a la acción del calor.

El almidón se encuentra ampliamente distribuido en diferentes órganos de la planta de la quinua como carbohidrato de reserva. Es el componente más abundante del grano 66 % y una fuente importante de carbohidratos para la alimentación humana.

Los carbohidratos son la fuente de energía más abundante para el ser humano; sin embargo puede existir la imposibilidad de absorber un carbohidrato de forma adecuada y en el lugar preciso, debido a una deficiencia enzimática o de un transportador (deficiencia primaria) o a una deficiencia producida por desnutrición o una enfermedad (deficiencia secundaria).

El (cuadro 7) presenta la composición de los carbohidratos que fueron estudiados por Bruin (1964) en tres variedades de quinua y expuesta por Cardozo. Las características

del diámetro del grano de almidón de quinua es de 2 micras, mucho más pequeño que el grano de almidón de maíz (30 micras) y el almidón de la papa (140 micras). El almidón de la quinua es del tipo perispermo y no forma geles y se torna azul con el yodo, por el contrario, el almidón de los cereales se encuentra en el endospermo.

Cuadro 7
Composición de carbohidratos de tres variedades de quinua en base a materia seca

Componentes	Variedades de Quinua		
	Roja	Amarilla	Blanca
Almidón (método polarimétrico)	59.2	58.1	64.2
Almidón (método pancreático)	57.2	58.2	65.2
Azúcares reductores (monosacáridos)	2.0	2.1	1.8
Azúcares no reductores (disacáridos)	2.6	2.2	2.6
Fibra cruda	2.4	3.1	2.1
Pentosanos	2.9	3.0	3.6

Fuente: Bruin, 1964

1.14.3. PROTEÍNAS

El contenido de proteínas de la quinua varía entre 2.8 g/100 g de porción comestible en la quinua cocida y 19.5 g/100g en la sémola de quinua, con un promedio ponderado de 12.3 g /100g.

La calidad de la proteína depende del contenido de aminoácidos esenciales los cuales son ocho. La proteína del huevo o de la leche han sido consideradas ser las mejores proteínas, de modo que la calidad de otras proteínas pueden ser determinadas por comparación del contenido de sus aminoácidos esenciales con los del huevo o la

leche. Por ejemplo, la quinua de la variedad de reno, contiene mayor cantidad de lisina (81 mg/ g de proteína) que la proteína de huevo (70 mg/g de proteína).

Cuadro 8

Composición de aminoácidos de proteínas de origen animal de buena calidad y de las proteínas de la quinua, trigo y soya.

Aminoácidos	Proteínas de Origen Animal			Proteínas de Origen Vegetales		
	Huevo	Leche entera de vaca	Carne de res	Quinua *	Trigo de grano entero **	Soya grano **
Histidina	22	27	34	31	25	28
Isoleucina	54	47	48	53	35	50
Leucina	86	95	81	63	71	86
Lisina	70	78	89	64	31	70
Metionina + Cistina	57	33	40	28	43	28
Fenilalanina + Tirosina	93	102	80	72	80	88
Treonina	47	44	46	44	31	42
Triptófano	17	14	12	9	12	14
Valina	66	64	5	48	47	52
Total incluida Histidina	512	504	479	412	375	458
Total excluida Histidina	490	477	445	381	350	430

Fuente: * Promedio ponderado del cuadro1, ** FAO (1970). Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.

Cuando se habla de proteínas hay que tomar en cuenta dos aspectos básicos: la cantidad y la calidad. La cantidad de proteína es un cálculo hasta cierto punto difícil y para ello es necesario determinar el porcentaje de humedad que contiene la quinua; sin embargo esta cantidad no es tan importante como la eficiencia con la que el cuerpo puede utilizar las proteínas ingeridas. Esto lleva al segundo punto, el de la calidad de la proteína de quinua, y aquí se trata de la superioridad en contenido de aminoácidos esenciales en relación a las proteínas de los cereales, es decir, cuántos y

qué cantidad de aminoácidos esenciales proporcionan al organismo cada proteína para síntesis de tejidos.

Cuadro 9
Distribución propuesta de necesidades de aminoácidos esenciales en diferentes etapas de crecimiento ()**

Aminoácidos	Etapas de Crecimiento del Ser Humano			
	Lactantes * Media a, b	Preescolares (2-5 años) b	Escolares (10- 12 años)	Adultos
Histidina	26	(19) ^c	19	16
Isoleucina	46	28	28	13
Leucina	93	66	44	19
Lisina	66	58	44	16
Metionina + Cistina	42	25	22	17
Fenilalanina + Tirosina	72	63	22	19
Treonina	43	34	28	9
Triptófano	17	11	9	5
Valina	55	35	25	13
Total incluida Histidina	460	339	241	127
Total excluida Histidina	434	320	222	111

Fuente: FAO/OMS/ONU (1985). Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Técn. N°724. OMS, Ginebra.

Donde:

*Composición de aminoácidos de la leche humana.

** Necesidades de aminoácidos /kg dividido por dosis inocua de proteínas de referencia/kg. Se considera nivel inocuo 0.75 g/kg para los adultos; 0.99 g/kg para los niños de 10 a 12 años y 1.10 g/kg para los niños de 2 a 5 años de edad. Se eligen estos grupos de edad porque coinciden con los intervalos de edad de los sujetos de quienes se tomaron los datos sobre aminoácidos. Se considera que la distribución de necesidades de aminoácidos en los niños de 1 y 2 años de edad es intermedia entre las de los lactantes y los preescolares.

() Los valores entre paréntesis interpolados de curvas regularizadas sobre necesidades por edad.

a FAO, Estudios sobre Nutrición N°24, 1970.

b Department of Health and Social Security, Londres, HMSO, 1977/Report on Health and Social Subjects, N°12.

c Luven, P. Et al. Datos inéditos, 1972.

En el (cuadro 8) se presentan las estimaciones de las necesidades de aminoácidos (mg de aminoácidos/g de proteína cruda) en diferentes edades y se comparan con las concentraciones de aminoácidos de la leche, el huevo, la carne de res, la quinua, el trigo y la soya (Cuadro 9).

La calificación de una proteína como nutricionalmente adecuada depende principalmente de su capacidad para satisfacer los requerimientos de nitrógeno y de aminoácidos esenciales. Los requerimientos del nitrógeno y de aminoácidos, son por lo tanto, la medida más lógica para predecir la calidad de una proteína.

Sobre las bases de estas consideraciones, se puede demostrar que cuando las proteínas son comparadas con los patrones de requerimientos de aminoácidos esenciales para cada edad, una proteína puede resultar inadecuada para el niño y ser adecuada para el adulto.

El valor nutricional de una proteína puede ser definido como el grado por el cual las ingestas son suficientes en cantidad para satisfacer los requerimientos de nitrógeno de un individuo y al mismo tiempo sus requerimientos para cada uno de los aminoácidos esenciales para la síntesis de proteínas tisulares.

En el cuadro 10, se presentan los cálculos del índice de calidad proteínica de la quinua para la edad preescolar. Este tiene un valor de 90 %, esto significa que, el preescolar debe consumir 1.22 (g/kg/d), de proteína de quinua para satisfacer el requerimiento del aminoácido más limitante, que en este caso es el triptófano. Esto es cierto, si se arroga que existe una absorción completa, para poder completar los requerimientos de cada aminoácido esencial.

Pero si se consideran las pérdidas fecales para la quinua del orden del 20 %, la cantidad de quinua que deben ingerir los preescolares es de 1.46 g/kg/d. Por otro lado, si se asume que el requerimiento de proteínas para los preescolares es 1.10 g/kg/d,

con esta cantidad solamente se suministra el 83 % de cualquiera de los aminoácidos esenciales, limitándose la síntesis de proteínas en el organismo a esos porcentajes. Es necesario resaltar que en la quinua, la lisina no es un aminoácido limitante. La quinua presenta como aminoácido limitante para el preescolar al triptófano en primer orden y en segundo lugar a la leucina.

Cuadro 10
Comparación de la proteína de quinua en relación a los requerimientos de aminoácidos para preescolares (2 - 5 años)

Aminoácido	Comparación		
	Aminoácido en 1 gramo de proteína "ideal"	Composición de aminoácidos de la quinua	Ingesta de aminoácidos de preescolares
Isoleucina	28	53	0.53
Leucina	66	63	1.05
Lisina	58	64	0.91
Total AAS	25	28	0.89
Total AAA	63	72	0.87
Treonina	34	44	0.77
Triptófano	11	9	1.22
Valina	35	48	0.72
Histidina	35	48	0.72
	19	31	0.61
Indicé de calidad proteínica = $1.10/1.22 = 90\%$			

Fuente: * Promedio ponderado del cuadro 1, ** FAO (1970). Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma. Donde:

*Es aquella cuya composición de aminoácidos esenciales es tal que, cuando se consume en cantidad suficiente para compensar las pérdidas obligatorias de nitrógeno y permitir el crecimiento normal, aporta una cantidad de cada aminoácido esencial suficiente para satisfacer los requerimientos específicos de éstos

Total AAS = Total de aminoácidos azufrados (metionina + cistina).

Total AAA = Total de aminoácidos aromáticos (fenilalanina + tirosina).

Este concepto puede ser representado por la siguiente ecuación:

Índice de calidad de la proteína = $\frac{\text{Requerimiento de la proteína (N*6.25) por edad}}{\text{Requerimientos del aminoácido más limitante de sujetos de la misma edad}} * 100$

Requerimientos del aminoácido más limitante de sujetos de la misma edad.

Para construir la columna de requerimientos (primera columna de los cuadros 10 y 11), debe seguirse el siguiente procedimiento para cada grupo de edad:

Cuadro 11

Comparación de la proteína de la quinua con relación a los requerimientos de aminoácidos para el adulto

Aminoácido	Comparación		
	Aminoácido en 0.75 gramo de proteína "ideal**"	Composición de aminoácidos de la quinua	Ingesta de aminoácidos de adultos
Isoleucina	13	53	0.24
Leucina	19	63	0.3
Lisina	16	64	0.25
Total AAS	17	28	0.6
Total AAA	19	72	0.26
Treonina	9	44	0.2
Triptófano	5	9	0.55
Valina	13	48	0.27
Histidina	16	31	0.52
Índice de calidad proteínica = $0.75/0.60 = 125\%$			

Fuente: * Promedio ponderado del cuadro 1, ** FAO (1970). Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.

Donde:

*Es aquella cuya composición de aminoácidos esenciales es tal que, cuando se consume en cantidad suficiente para compensar las pérdidas obligatorias de nitrógeno y permitir el crecimiento normal, aporta una cantidad de cada aminoácido esencial suficiente para satisfacer los requerimientos específicos de éstos.

Total AAS = Total de aminoácidos azufrados (metionina + cistina).

Total AAA = Total de aminoácidos aromáticos (fenilalanina + tirosina).

Requerimiento de proteína (g/kg/d) X Aminoácidos en el patrón de requerimientos de aminoácidos (mg/g)

El patrón de requerimiento de aminoácidos para preescolares y adultos son los dados en el (cuadro 9). El requerimiento de proteínas corresponde a las recomendaciones de FAO/OMS/ONU (1985), para preescolares 1.10 g/kg/d y para adultos de ambos sexos 0.75 g/kg/d.

En cuadro 11, el índice de calidad proteínica de la quinua para la edad adulta es 125 %, esto indica que la proteína de la quinua cubre los requerimientos de aminoácidos esenciales, hasta sobrepasa un 25 % del requerimiento de proteínas. Pero si se consideran las pérdidas fecales del orden del 20 %, la cantidad de quinua que debe ingerir un adulto es 0.72 (g/ kg/d). Si el requerimiento de proteínas para el adulto es de 0.75 (g/kg/d), con esta cifra llena los requerimientos de proteínas o nitrógeno total del adulto, y aporta también las cantidades requeridas de cada uno de los aminoácidos esenciales más limitantes para síntesis de proteína tisular en el organismo. Estas cifras sugieren que los índices de calidad proteínica son dependientes de la edad.

1.14.4. GRASAS

Las grasas participan en la formación de membranas que constituyen la envoltura de células y elementos subcelulares. Casi todos los alimentos presentan lípidos. Los lípidos, aun en el caso de que sean componentes menores de los alimentos, requieren atención por su gran reactividad que afecta mucho a la calidad de los alimentos.

La importancia nutricional de los lípidos radica en el elevado valor energético de los triacilglicérols (9 Kcal/g o 39 kJ/g) y en la presencia de ácidos grasos esenciales:

ácido linoleico, ácido linolénico y ácido araquidónico y además son transportadores de las vitaminas liposolubles A, D, E, K. Aparte de esto, las grasas tienen ciertas propiedades en la preparación de los alimentos. Se pueden mencionar su comportamiento a la fusión, el sabor agradable, la capacidad disolvente para ciertas sustancias raras y numerosas sustancias aromáticas.

La quinua contiene entre 1.3 g de grasa/100g porción comestible y 10.7 g de grasa /100 g (sémola de quinua), con un promedio ponderado de 5.4 g de grasa /100g. Esta grasa es una mezcla de aceites que contiene 48.0% de ácido oleico, 50.7% de ácido linoleico, 0.8% de ácido linolénico y 0.4% de ácidos grasos saturados.

Cuadro 12

Comparación de la composición media de los ácido grasos de acil-lípidos de la quinua, soya y trigo

Acido Graso	Cereales		
	Quinua ^(a)	Soya ^(b)	Trigo ^(b)
16:00	9.9	10.0	20.0
18:00	0.6	5.0	1.5
18:01	24.5	21.0	14.0
18:02	52.3	53.0	55.0
18:03	3.8	8.0	0.0
20:01	0.0	0.5	0.0
22:01	0.0	0.0	0.0

Fuente a: Rúales, J. et al, (1992) **b.** Belitz, H-D. Et al. (1997)

El cuadro 13, muestra que el aceite de quinua lavada es pobre en ácido palmítico con 9.9% y rico en ácido oleico con 24.5%, ácido linolénico con 52.3% y ácido alfa-linolénico 3.8%. A esta clase pertenecen un gran número de aceites de diversas familias de plantas: soya, girasol, cacahuete, maíz, cártamo, colza y linaza que

comparadas con la quinua (cuadro12) la soya tiene mayor cantidad de ácidos grasos. Es característico del aceite de quinua su contenido en ácidos aráquico, gadoleico, araquidónico, behénico, cetoleico, lignocérico y nervónico cuyos glicéridos cristalizan por debajo de 8°C.

El aporte nutricional de ácido linoleico y ácido alfa-linolénico, alrededor de 2.4% de la energía de la dieta, permite mantener un nivel máximo de ácido araquidónico en los tejidos de animales de laboratorio y evita la aparición de signos de deficiencia de ácidos grasos en lactantes y adultos humanos.

Cuadro 13
Contenido de ácidos grasos de la quinua

Ácidos Grasos	Tipo de Quinuas	
	Quinua de Junín (@)(*)	Quinua sin lavar (**)
Mirístico	0.0	0.1
Palmítico	15.2	7.7
Esteárico	31.3	0.6
Araquídico	0.0	0.4
Palmitoleico	0.0	0.2
Oleico	46.0	24.8
Linoleico	7.4	52.3
Linolénico	0.0	3.9

Fuente: (@) Herrera, N y A. Faching, (1989); (*) 6.2 g de grasa % (**) Rúaes J& B. Nair (1992)

La deficiencia de ácido linoleico y de ácido alfa-linolénico con una ingesta inadecuada o una mala absorción conduce a un aumento de la desaturación del ácido palmítico y oleico, respectivamente, y a la acumulación en el organismo de estos ácidos grasos, cambiando la composición de ácidos grasos de los fosfolípidos de las

membranas celulares y subcelulares, alterando las funciones relacionadas con las membranas, tales como la captación de hormonas y de enzimas asociadas, y en las actividades de transporte.

1.14.5 FIBRA DIETÉTICA

La fibra dietética es aquella que está constituida por residuos de algunas células de plantas comestibles, polisacáridos, lignina y otras sustancias asociadas, que son resistentes a la digestión (hidrólisis) por las enzimas del tracto digestivo.

Los cereales, sobre todo cuando se consumen integrales, a través de su contenido de celulosa y hemicelulosas, contribuyen de forma importante al aporte de fibra dietética. Por otra parte, se incluye en ésta, el almidón resistente, que es la suma de almidón y productos de la degradación del almidón no absorbidos por el intestino delgado de individuos sanos.

La fibra se clasifica en soluble e insoluble. La fracción insoluble está formada básicamente por celulosa y hemicelulosas. Estas entidades se localizan principalmente en las envolturas del grano y en el pericarpio. La celulosa está compuesta por polímeros lineales de glucosa unidos por enlaces α -1,4. La hemicelulosas es un polímero ramificado de diversos azúcares (xilosa, arabinosa, galactosa, ácido glucónico y glucosa).

La fibra dietética soluble se conforma por glucanos y pentosanas que tienen la propiedad de ligar agua, por lo que se les denomina comúnmente gomas. La fibra dietética soluble se localiza en las paredes celulares, se asocia con compuestos fenólicos fluorescentes.

La mayor parte de la fibra está constituida por glucanos y pentosanas, en proporciones muy variables (1.6-8.3% y 4.4-8.7%, respectivamente). El contenido medio de glucanos en la cebada es superior a trigo, maíz y centeno y similar al de la avena. Al estar localizados en la pared celular del endospermo y de la capa de aleurona, su proporción aumenta en granos desnudos.

Las variaciones geográficas y la falta de humedad durante la etapa de maduración del grano dan lugar a la concentración de estos componentes fibrosos. Estos compuestos son parcialmente solubles en agua e incrementan la viscosidad del contenido digestivo, lo que se supone un descenso de la ingestión y dificulta la absorción de los demás nutrientes.

Además del almidón, las células de perispermo de todos los granos contienen hemicelulosas (xilanos, galactanos, mánanos, arabinosa, galactosa), pectinas, pentosanos, celulosa, beta-glucanos, glucofructanos y gomas. La quinua no escapa de estos componentes que constituyen la estructura de las paredes celulares y abundan más en las porciones externas que en las internas del grano. El contenido de pentosanos es variable en la quinua, nos muestra valores de 2.9 g/100g (variedad roja) a 3.6 g/100g (variedad blanca).

El total de fibra alimentaria (FAT) es de 7.80 g/100 g de materia seca (Cuadro 14) y el promedio ponderado de la fibra total es 4.90 g/100 gramos de porción comestible.

Cuadro 14

Contenido de fibra soluble, insoluble y fibra alimentaria total (FAT) en el grano de quinua

Fibra	Quinua
Fibra Soluble	5.31
Fibra Insoluble	2.49
FAT	7.8

Fuente: Repo-Carrasco, 1992.

La características de la fibra alimentaria son: la capacidad de retención de agua, la viscosidad, la sensibilidad a la fermentación, la inhibición de las enzimas digestivas, la facultad de unirse a los ácidos biliares, la capacidad de intercambio catiónico para unirse a los minerales en la luz intestinal: hierro, cobre, calcio y zinc y

fisiológicamente tiene la capacidad de reducir la respuestas glucémica e insulinémica postprandiales ,así como, reduce el colesterol del plasma por interferencia de la absorción del colesterol y de los ácidos biliares, a nivel del lumen intestinal y mejora la función del intestino grueso, disminuyendo el tiempo de tránsito, por incremento del peso de las heces y frecuencia de la defecación y por mejorar el sustrato fermentable de la microflora normal de la lumen intestinal.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PROTOTIPO DE PASTA DE QUINUA REAL ORGÁNICA.

Para realizar el siguiente trabajo de experimentación se utilizara un Cuadro Greco Latino compuesto de las siguientes variables:

- Cantidad de huevo
- Cantidad de agua

La disposición del Cuadro Greco Latino en el presente trabajo se muestra en el siguiente (cuadro 18).

cuadro18
Cuadro Greco Latino para la Pasta de Quinoa Real Orgánica

HUEVO	AGUA						
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
L1	A α	B β	C γ	D δ	E ε	F ζ	G η
L2	G β	A γ	B δ	C ε	D ζ	E η	F α
L3	F γ	G δ	A ε	B ζ	C η	D α	E β
L4	E δ	F ε	G ζ	A η	B α	C β	D γ
L5	D ε	E ζ	F η	G α	A β	B γ	C δ
L6	C ζ	D η	E α	F β	G γ	A δ	B ε
L7	B η	C α	D β	E γ	F δ	G ε	A ζ

Fuente: Elaboración propia

Donde:

A, B, C, D, E, F, G = Cantidad de huevo

α, β, γ, δ, ε, η, ζ = Cantidad de Agua

De estas dosificaciones se saco 7 muestras de mezcla (huevo-agua) las cuales se usaron para elaborar siete pastas diferentes teniendo como rango de 36 - 38 % de líquido que se agrega a la harina para formar el empaste, las siete muestras se

sometieron a una evaluación para determinar la calidad de la pasta de las cuales solo fueron cuatro las más estables a esta evaluación y están dentro del rango del contenido de líquido y son:

- **M1:** mezcla (agua -huevo) 36.87 % de líquido que se agrega a la harina para formar el empaste
- **M2:** mezcla (agua -huevo) 36.91 % de líquido que se agrega a la harina para formar el empaste
- **M3:** mezcla (agua -huevo) 37.89 % de líquido que se agrega a la harina para formar el empaste
- **M4:** mezcla (agua -huevo) 37.89 % de líquido que se agrega a la harina para formar el empaste

De estas cuatro mezclas se escogerá la muestra patrón de acuerdo a la evaluación sensorial.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL “EVALUACIÓN SENSORIAL”

Se realizaron pruebas sensoriales a la pasta de quinua con la finalidad de saber cuál de las cuatro muestras sería la muestra patrón y ver la aceptabilidad que esta tuviera, para esto se tomó un panel interno compuesto por 15 jueces entrenados (cuadro 19).

La evaluación sensorial de los alimentos constituye hoy en día un pilar fundamental para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios. Sin duda el poder medir en laboratorio el grado de satisfacción que brindará un determinado producto nos permite anticipar la aceptabilidad que este tendrá.³²

³² Seminario de Análisis Sensorial INLASA Mayo 2006

La evaluación sensorial es una disciplina científica que trabaja con los receptores sensoriales y la capacidad integradora de individuos entrenados o no, que hacen uso de sus sentidos como instrumentos de medición.³³

Cuadro 19
Pruebas Sensoriales (Escala Hedónica)

Jueces	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
1	9	8	7	9
2	9	9	8	9
3	8	8	8	8
4	9	7	9	9
5	5	6	6	6
6	9	9	5	8
7	9	6	6	9
8	9	9	9	9
9	9	9	9	8
10	9	9	9	9
11	5	9	9	9
12	9	9	9	9
13	9	9	9	9
14	9	9	9	9
15	9	5	9	7
Yi	126	121	121	127
Yi2	15876	14641	14641	16129
Y	8.4	8.1	8.1	8.5

Fuente: Elaboración propia

Para poder medir el grado de satisfacción y aceptación de la pasta de quinua que se plantea, se tomó en cuenta tres tipos de evaluaciones sensoriales:

- Test de aceptabilidad: Escala Hedónica
- Test de valoración de calidad: Puntaje compuesto
- Test de Textura: Test de Rankin

³³ Seminario de Análisis Sensorial INLASA Mayo 2006

3.2.1. TEST DE ACEPTABILIDAD: ESCALA HEDÓNICA

3.2.1.1 OBJETIVO

El objetivo de este Test es aplicar la escala hedónica de 9 puntos en la evaluación de la aceptabilidad de productos ver (cuadro A2-1).

3.2.1.2. FUNDAMENTO

Evaluar la reacción espontánea del agrado/desagrado, gusto/disgusto, del juez frente al producto sin entrenamiento previo usando una escala de 9 puntos simétrica en torno a un punto central (puntaje 5) de indiferencia frente al producto.

Debe tener el mismo número de categorías de agrado que de su desagrado, enunciadas con los mismos adverbios

3.2.1.3. METODOLOGÍA

Se entregó los productos codificados, simultáneamente, junto a la hoja de respuestas.

3.2.1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se cuantifico los resultados para posteriormente aplicar prueba de significación "F" de Snedecor para establecer si la aceptabilidad es significativa al menos al 5% de significación (intervalo de confianza del 95%)

3.2.2. TEST DE VALORACIÓN DE CALIDAD: PUNTAJE COMPUESTO

3.2.2.1. OBJETIVO

El objetivo del presente Test es familiarizar al juez panelista en la aplicación del test compuesto, para establecer la calidad de las muestras presentadas.

3.2.2.2. FUNDAMENTO

Evaluar las muestras para calificar los diferentes atributos de calidad y posteriormente la calidad total de acuerdo a una escala en la cual se señalan los puntajes máximos parciales para todos los atributos y para la calidad total.

3.2.2.3. METODOLOGÍA

Se entregaron simultáneamente las muestras con pasta de quinua, las muestras fueron codificadas. El juez debe calificar la calidad de acuerdo a una escala en la que se detallan los puntajes máximos parciales para los atributos de calidad. La calidad total resulta de la sumatoria de estos puntajes, teniendo un máximo de 100 ver (cuadro A2-2).

3.2.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se cuantificó los resultados para posteriormente aplicar prueba de significación "F" de Snedecor para establecer si la aceptabilidad es significativa al menos al 5% de significación (intervalo de confianza del 95%)

Si el valor F resulta significativo ($p \leq 0.05$) indica que hay diferencias entre las muestras.

3.2.3. TEST DE TEXTURA: TEST DE RANKING

3.2.3.1. OBJETIVO

El objetivo es aplicar el test de ordenamiento (ranking) para evaluar preferencias entre diferentes productos.

3.2.3.2. FUNDAMENTO

Se basa en presentar muestras a los jueces la pasta de quinua en orden aleatorio.

Debe jerarquizarse de acuerdo a sus preferencias, colocando en primer lugar el producto más preferido, luego en segundo lugar el que le sigue en preferencia y así sucesivamente hasta dejar en el último lugar el producto de menor preferencia ver (anexo 3).

También pueden usarse otros criterios para ordenarlos, por ejemplo, la impresión global, la intensidad de un atributo en particular o de una característica específica de un atributo.

3.2.3.3. METODOLOGÍA

Se deben sortear el orden de las muestras en que se entregaran los productos a cada panelista (set), posteriormente se distribuyen las muestras, y se ordenan las bandejas.

Al finalizar el test se vacían los datos en una tabla; se debe calcular el ranking total. Se aplican los estadígrafos (F Snedecor).

3.2.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Empleamos los rankings totales que se obtienen de la sumatoria de los números de orden de cada producto, asignado por todos los jueces.

a) Calcular el valor F de Snedecor. Se aplica para establecer la significación de las diferencias detectadas por los jueces entre las muestras.

Las fórmulas a usar son las siguientes:

Ecuación 6. Para Jueces

$$SCT = \sum_{i=1}^N \frac{(b_i^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b_i + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 7. Para Bloques

$$SCA = \sum_{i=1}^N \frac{(b_i^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b_i + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 8. Para Tratamientos

$$SST = \sum_{i=1}^N \frac{(b^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 9. Para el Error

$$SCE = SST - SCT - SCA$$

Donde:

b = Número de jueces

h = Número de muestras o productos

b_1, b_2, \dots = sumas de las ordenaciones del conjunto h de muestras para Y jueces

Comparar los valores límites teóricos para establecer si hay diferencias significativas entre las muestras, luego comparar por pares:

$$|R_i - R_j| \geq \Delta ES(D) * SY \quad (\text{Nivel } 0.05)$$

$$|R_i - R_j| \leq \Delta ES(D) * SY \quad (\text{Nivel } 0.01)$$

3.3. PRUEBAS DE EVALUACIÓN APLICADAS A LA PASTA DE QUINUA

3.3.1. EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD: ESCALA HEDÓNICA

Este Test como se mencionó anteriormente (cuadro A2-1), permite medir la aceptación del producto que será evaluado, mostrando reacciones espontáneas de agrado o desagrado. La escala de aceptabilidad que se utilizó para test se muestra en el siguiente (cuadro 18):

Se trabajó estadísticamente calculando las sumatorias de los cuadrados de los jueces, tratamientos y bloques para poder calcular F de Snedecor.

Cuadro 20
Escala de aceptabilidad

PUNTAJE	REACCIÓN
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Fuente: Curso Análisis Sensorial INLASA

El cálculo se realizó utilizando las siguientes fórmulas

a) Sumatoria de los Cuadrados:

La sumatoria de los cuadrados parte de la hipótesis de que los argumentos representan una muestra de la población. Para el cálculo de los cuadros se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 10. Para Jueces

$$SCT = \sum_{i=1}^N \frac{(b_i^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b_i + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 11. Para Bloques

$$SCA = \sum_{i=1}^N \frac{(b_i^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b_i + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 12. Para Tratamientos

$$SST = \sum_{i=1}^N \frac{(b_i^2 + \dots)}{b} - \sum_{i=1}^N \frac{(b_i + \dots)^2}{b \cdot h}$$

Ecuación 13. Para el Error

$$SCE = SST - SCT - SCA$$

Donde:

- b = Número de jueces
- h = Número de muestras o productos
- Y_1, Y_2, \dots = sumas de las ordenaciones del conjunto h de muestras para Y jueces

b) Cálculo de F de Snedecor:

El valor de F de Snedecor es un parámetro que también se encuentra en tablas, es un valor teórico práctico, que sirve para poder aceptar o rechazar las hipótesis planteadas para este Test. Teóricamente se lo calcula de la siguiente manera:

$$Ecuación 13. \quad FCAL = \frac{SCT / T - 1}{SCE / (T - 1)(r - 1)}$$

Donde:

T = promedio del patrón de comparación

r = número de jueces

El valor teórico de F de Snedecor por tablas es de 3.42, por lo tanto se plantea dos hipótesis: una hipótesis nula y otra alterna.

La hipótesis nula supone que la media (μ) es igual al valor media hipotética (μ_0), por otro lado existe la hipótesis alternativa que afirma lo contrario, es decir que los valores o resultados son diferentes:

$$H_0 = \text{Hipótesis nula: } \mu = \mu_0$$

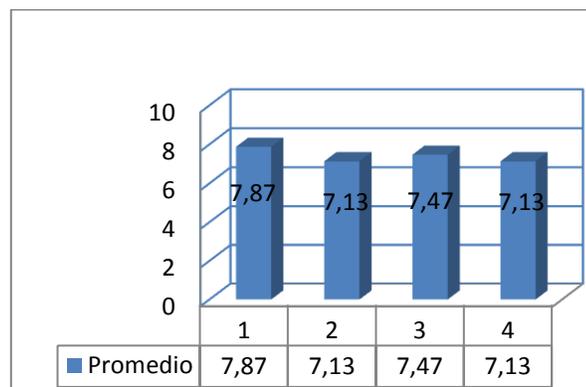
$$H_a = \text{Hipótesis Alternativa: } \mu \neq \mu_0$$

El nivel de significación de la prueba generalmente es del 5%, este parámetro sirve para definir la región de aceptación y la región de rechazo para la prueba.

En la gráfica 1 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación de aceptabilidad: escala hedónica, presentada a 15 jueces (cuadro A2-2), donde la pasta de quinua base presenta mayor aceptabilidad

Gráfica1

Resultados del test de aceptabilidad: escala hedónica



Fuente: Elaboración propia

En el grafico podemos observar que la pasta de quinua como la muestra base obtuvo una calificación en promedio de 7.87 la cual se encuentra entre me gusta levemente a

me gusta mucho, en contraparte la muestra 2 y 4 obtuvo una calificación de 7.13 la que se encuentra entre me gusta moderadamente a me gusta levemente.

3.3.2. EVALUACION DE PREFERENCIA: TEST DE RANKING

Mediante el test de Ranking, se pudo medir el grado de preferencia de la pasta de quinua presentada al panel.

La escala del orden de preferencias está dada por el siguiente (cuadro19):

Cuadro 21

Escala de preferencia

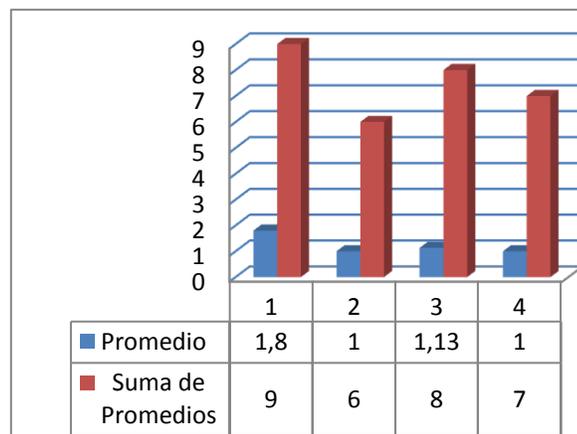
Nivel de Preferencia	Ponderación
Primera Preferencia	2
Segunda Preferencia	1

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente (gráfica 2) se observa los resultados obtenidos del análisis estadístico.

Gráfica 2

Resultados del Test de Preferencia



Fuente: Elaboración propia

De los quince jueces que participaron en el panel de degustación de la pasta de quinua los resultados obtenidos con los siguientes: catorce jueces prefirieron la pasta de quinua muestra 1, obteniendo un promedio de 1.8 sobre 2 ver (cuadro A1-2).

3.3.3. VALORACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL: PUNTAJE COMPUESTO

Esta prueba califica la calidad de los atributos sensoriales. Para ello se procedió a calificar color, sabor, apariencia y textura de la pasta de quinua (fotografía 5). En los siguientes cuadros se puede observar los resultados obtenidos en el panel.

Fot. 5: Pasta de quinua



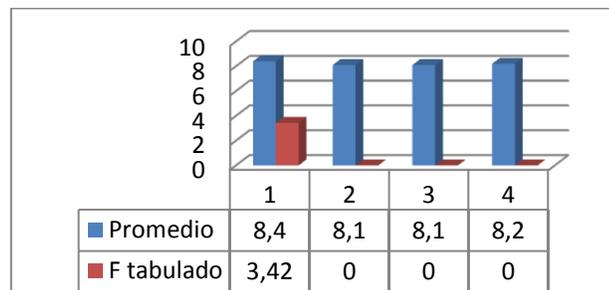
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.1. ATRIBUTOS DE APARIENCIA

El producto desarrollado obtuvo una calificación del 84 % de aceptación (gráfica 3) datos obtenidos del (cuadro A3-2).

Gráfica 3

Atributo de Apariencia



Fuente: Elaboración propia

La apariencia de la quinua es muchas veces un impedimento para que un producto en base a este pseudo cereal tenga éxito en el mercado, sin embargo el producto

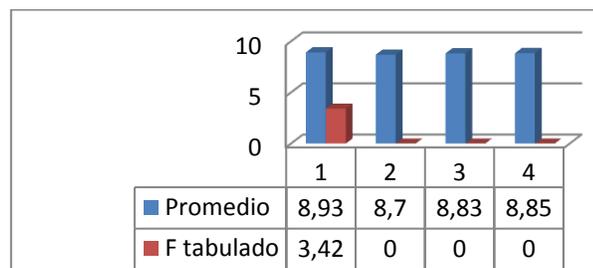
desarrollado presenta estas características propias de la quinua, destacando que es un producto 100 % quinua.

3.3.3.2. ATRIBUTO DE COLOR

El color es una característica muy importante en un producto nuevo ya que afecta la impresión del consumidor y puede ser un obstáculo en el éxito del producto.

Gráfica 4

Atributo de Color



Fuente: Elaboración propia

Este atributo se pondero sobre 10 puntos en el panel de degustación, la tendencia de los jueces va hacia la primera muestra de quinua obteniendo una calificación del 89.3 % de aprobación (gráfica 4) ver (cuadro A3-7), cabe indicar que este producto no presenta ningún color artificial, solo el color que brinda la misma quinua (fotografía 6).

Fot. 6: Pasta de quinua



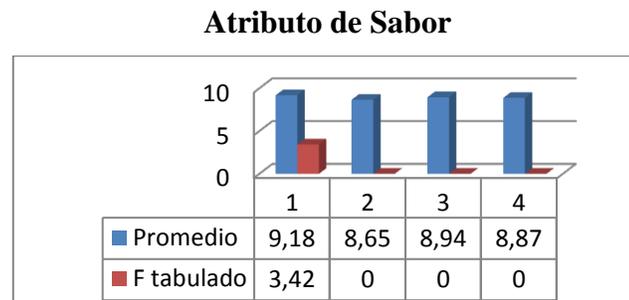
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.3. ATRIBUTO DE SABOR

La quinua presenta un sabor característico otorgado por la saponina que contiene, la cual le confiere un sabor amargo no muy agradable al paladar.

El producto desarrollado no presenta estas características gracias al proceso de obtención es por eso que este producto obtuvo una calificación casi perfecta con 91.8 % de aprobación (gráfica 5) (cuadro A3-12), cabe indicar que al producto no se le añadió ningún tipo de saborizante.

Gráfica 5



Fuente: Elaboración propia

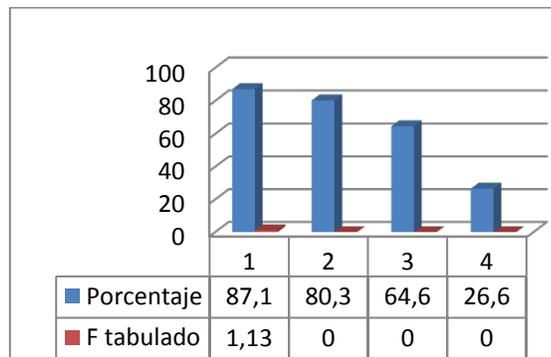
3.3.4. VALORACIÓN DE LA TEXTURA

Esta prueba califica la calidad de los atributos de la textura. Para ello se procedió a calificar dureza, cohesividad, adhesividad, masticabilidad, residuos, retrogusto de la pasta de quinua. En los siguientes cuadros se puede observar los resultados obtenidos en el panel.

3.3.4.1. ATRIBUTO DE DUREZA

Es la resistencia inicial que ofrece la pasta cocida a la penetración cuando se aplasta entre los dedos o cuando se muerde.

Gráfica 6
Atributo de Dureza



Fuente: Elaboración propia

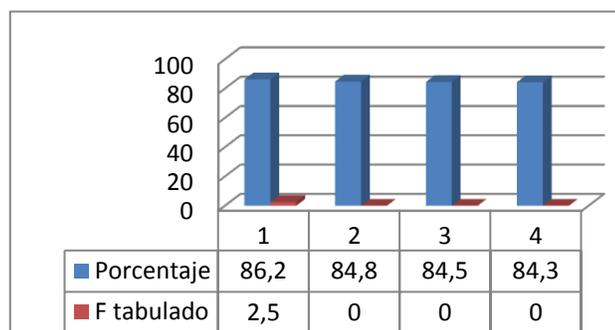
La muestra 1 es la menos dura en comparación de la muestra 4 según los datos de evaluación (cuadro A4-2).

La muestra 4 de pasta de quinua base obtuvo una calificación del 26.6 % en comparación con la muestra 1 que obtuvo 87.1 % siendo esta la menos dura (gráfica 6).

3.3.4.2. ATRIBUTO DE COHESIVIDAD

Es la forma en que la pasta se rompe en la boca cuando se sigue masticando.

Gráfica 7
Atributo de Cohesividad



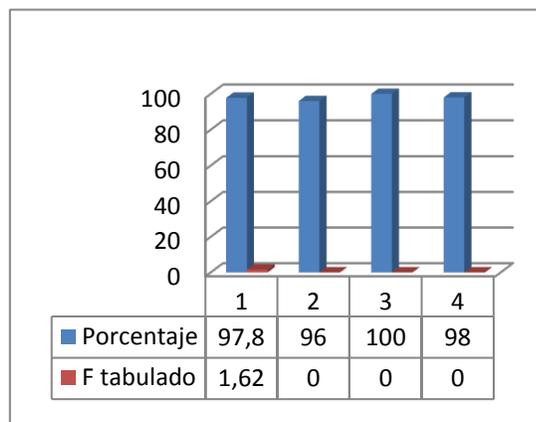
Fuente: Elaboración propia

La muestra 1 es la que más rápido se rompe al masticar, pero las demás muestras no están muy lejos del porcentaje de la primera (gráfica 7) ver (cuadro A4-7).

3.3.4.3. ATRIBUTO DE ADHESIVIDAD

Es el grado de adhesión de las hebras de pasta después de la cocción y es evaluado manual y visualmente.

Gráfica 8
Atributo de Adhesividad



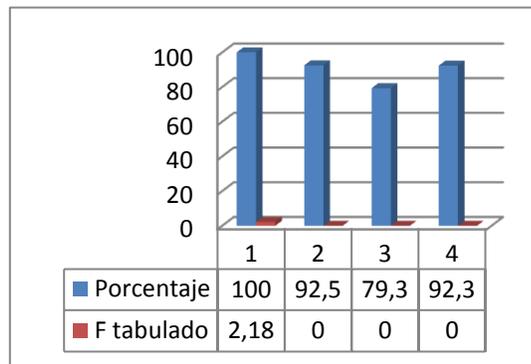
Fuente: Elaboración propia

La muestra 1 es la que conservó la forma después de la cocción, las demás muestras se desintegraron en la superficie de la pasta cocida (gráfica8), estimado por inspección visual, con o sin la ayuda de una pasta estándar de referencia (cuadro A4-12).

3.3.4.4. ATRIBUTO DE MASTICABILIDAD

Es la rapidez con la que una pasta forma una masa al ser masticada más de dos veces. La muestra 1 es la que se mastica más rápidamente que las demás muestras obteniendo el 100% de la calificación (cuadro A4-17) al ser la que libera el agua más rápidamente al ser masticada dos veces por los molares (gráfica 9).

Gráfica 9
Atributo de Masticabilidad

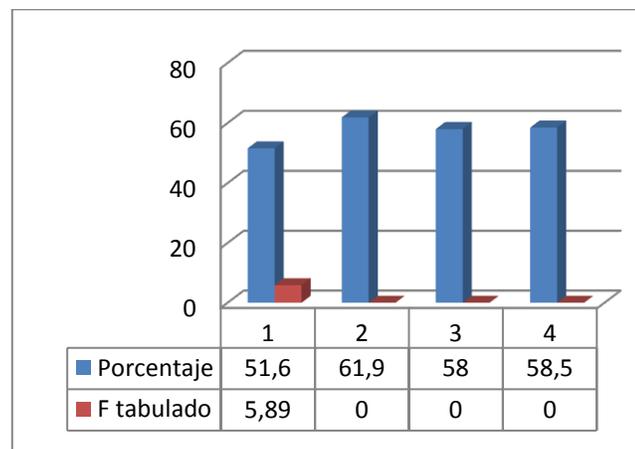


Fuente: Elaboración propia

3.3.4.5. ATRIBUTO DE RESIDUOS

Es la sensación global de la pasta en la boca junto con el almidón residual que permanece en la boca después de tragar. La muestra 2 es la que presento un porcentaje del 61.9% de residuos (gráfica 10) ver (cuadro A4-22).

Gráfica 10
Atributo de Residuos

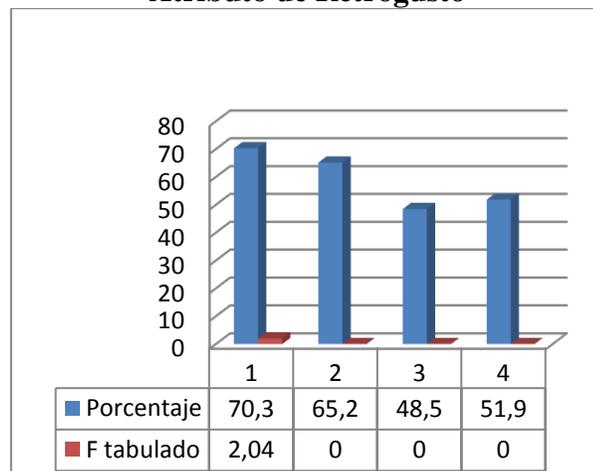


Fuente: Elaboración propia

3.3.4.6. ATRIBUTO DE RETROGUSTO

La quinua presenta un sabor característico otorgado por la saponina que contiene, la cual le confiere un sabor amargo no muy agradable al paladar.

Gráfica 11
Atributo de Retrogusto



Fuente: Elaboración propia

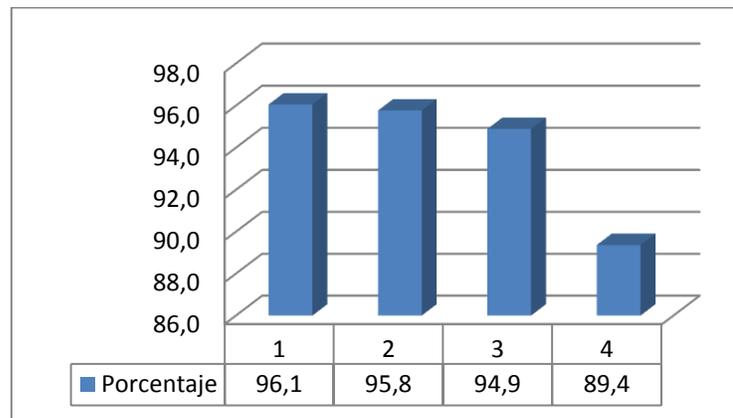
El producto desarrollado no presenta estas características gracias al proceso de obtención, es por eso que este producto obtuvo una calificación elevada con 70.3 % de aprobación ver (cuadro A4-27), cabe indicar que al producto no se le añadió ningún tipo de saborizante (gráfica 11)

3.3.5 CALIDAD TOTAL

Por último la calidad total de la pasta de quinua está dada por la sumatoria de todos los atributos dando como resultado los que se expresan en el siguiente (cuadroA5-1).

En la gráfica 12, se observa que la primera muestra de pasta de quinua obtuvo un mayor puntaje compuesto. Los resultados expresados en las tablas y el los gráficos indican que esta pasta es la que tiene mayor puntaje dentro de nuestro panel.

Gráfica 12
Calidad Total



Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis estadístico se confirma que existe diferencia significativa entre los cuatro tipos de pastas presentados en el panel, siendo la de mayor preferencia y obteniendo la mayor ponderación en el test de calidad, la muestra 1 de pasta de quinua.

3.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Después de haber realizado los análisis estadísticos correspondientes, se determinó que la primera muestra de pasta de quinua, es la que obtiene mayor aceptación, frente al a las otras tres.

Dicho producto fue aceptado en las tres pruebas que se presentaron a los jurados. Con un promedio de aceptación del 96.1% de calidad total ver (cuadro A5-1).

3.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL PUNTAJE COMPUESTO

Después de haber realizado los análisis estadísticos correspondientes, se determinó que la pasta de quinua presenta grandes atributos prevaleciendo el de sabor y el de color, aspectos muy importantes a la hora de presentar al mercado consumidor.

3.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TEXTURA

Después de haber realizado los análisis estadísticos correspondientes, se determinó que la pasta de quinua presenta grandes atributos prevaleciendo el de adhesividad, masticabilidad y el de retrogusto, aspectos muy importantes a la hora de presentar al mercado consumidor.

3.7. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LA PASTA DE QUINUA

Para determinar grado nutricional, se enviaron a INLASA una muestra de pasta de quinua, para el respectivo análisis bioquímico nutricional obteniendo los siguientes resultados (cuadro 22).

Cuadro 22

Bioquímica Nutricional del producto terminado (pasta de quinua)

Nutriente Analizado	Contenido en cien gramos de muestra	Método Utilizado
Valor Energético	364 Kcal	Cálculos por factores específicos
Humedad	8.51%	Secado en estufa T° 65 – 70 °C
Proteína	15.62 g	Microkhejdall AOAC 960-02
Grasas	1.53 g	Soxlet
H. de carbono	0.21 g	Cálculos
Ceniza	2.38 g	Calcinación por método directo
Calcio	78.53 mg	Tritimetrico AOAC 944-02
Hierro	62.94 ppm	Espectrofotometría AOAC 140-11
Vitamina A	0.00 ug	Espectrofotometría
Vitamina C	0.00 mg	Espectrofotometría

Fuente: Resultados de INLASA

Es también importante remarcar sobre los contenidos en grasas e hidratos de carbono, están en el rango de lo que se denomina bajos en grasas y carbohidratos, por lo tanto la pasta de quinua obtenida es un ideal suplemento alimentario natural.

3.8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

3.8.1. HIPÓTESIS PLANTEADA

“La gelificación y coagulación de las proteínas de la quinua permitirá obtener una pasta alimenticia similar a las pastas de trigo con la diferencia que la pasta de quinua tiene un elevado valor nutricional”

3.8.2. VALIDACIÓN

La coagulación y gelificación de las proteínas tanto de la harina de quinua como del huevo y la gelificación del almidón de la harina de quinua aplicando un tratamiento térmico permitieron obtener una pasta de quinua con propiedades similares a las de la pasta de trigo de acuerdo al análisis bioquímico nutricional y microbiológico realizado en INLASA, por lo tanto el producto obtenido es considerado un análogo de pasta; por lo que queda validada la hipótesis

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la quinua (variedad real), tienen un contenido de humedad del 13.50%; materia grasa 4.0%; proteína total 10.0%; fibra 3,0% y valor energético de 370 Kcal/100g.
- De acuerdo a la prueba de gelificación de almidones desarrollada en laboratorio (tratamiento térmico a 60, 70, 80 °C), la harina cruda de quinua real es la mejor opción para el proceso; porque es la que tiene mayor capacidad de hidratación presentando un almidón gelificado más estable.
- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la harina cruda de quinua (variedad real), tienen un contenido de humedad de 11.0%; materia grasa 5.3%; proteína total 10.0%; fibra 1,70% y valor energético de 384 Kcal/100g.
- Realizada la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el prototipo de pasta de quinua se determina que la muestra M1 (mezcla de agua huevo al 36.87 %); es la que obtiene un mayor puntaje (9.18) en escala hedónica. Desarrollado el análisis estadístico, se pudo observar que no existe evidencia estadística de los tratamientos para $p < 0,05$.
- Realizada la evaluación sensorial para determinar el prototipo de pasta de quinua, se determina que M1 es la más aceptada por los jueces en los atributos color con un puntaje de 8.93 y apariencia 8.4. Desarrollado el estadística, se pudo observar que no existe evidencia estadística para los tratamientos para $p < 0,05$.
- Realizada la evaluación sensorial para determinar la textura de la pasta de quinua, se pudo demostrar que la muestra M1 (mezcla de agua huevo al 36.87 %), es la más aceptada por los jueces en los atributos dureza con un puntaje de 5.81, cohesividad 5.75, adhesividad 6.65. Desarrollado el estadística, se pudo observar que no existe evidencia estadística para los tratamientos para $p < 0,05$.

- En cuanto se refiere a la evaluación sensorial desarrollada en la dosificación-humedad se pudo determinar que la muestra M1 (harina de quinua real 63.13%; huevo 17.93%; agua 18.94%) es la que obtiene mayor puntaje (7,87) en escala hedónica. Desarrollado el estadístico de F de Snedecor no existe evidencia de variación entre los tratamientos para $p < 0,05$.
- De acuerdo al diseño realizado en la dosificación-humedad, se pudo evidenciar que los factores estudiados como ser: X (harina de quinua real), Y (agua) y Z (huevo) no tienen significancia sobre la variable respuesta humedad en la mezcla para $p < 0,05$.
- De acuerdo a la variación de sólidos y contenido de agua en la concentración se determina que conforme el tiempo de secado aumenta de 0 a 24 hr, el contenido de agua disminuye en un 8.51%.
- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de producto final, presentan un contenido de humedad del 8.51 %, materia grasa 1.53%, proteína total 15.62%, fibra 2,78% y valor energético de 364 Kcal.
- Los resultados obtenidos del análisis del microbiológico de producto final, presentan bacterias aerobias mesófilas de $1,0 \times 10^2$ UFC/g, mohos y levaduras < 10 UFC/g.
- Realizada la evaluación sensorial en el producto final, se determinó que los atributos sabor con 9,18; color con 8.93 y apariencia con 8.40 son los más aceptados; en escala hedónica. Desarrollado el estadístico Fisher no existe evidencia estadística de variación entre los tratamientos para $p < 0,05$.

4.2. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas tiempo de vida útil de la pasta de quinua, por lo que se recomienda utilizar aditivos.
- Realizar pruebas a escala piloto, para obtener datos de diseño, para un posterior escalamiento industrial.

- Finalmente mencionar que debido a que la pasta de quinua exhibe importantes contenido en calcio y hierro, será importante incluirla en la alimentación de niños comprendidos entre 1-5 años.