

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA DE
GERMINADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) PRECOCIDO, EN
RATAS HOTZMAN”**

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por:

Bach. ELGUERA PRADO, Mohamet Rolando

AYACUCHO – PERÚ
2017

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todos los que me brindaron su apoyo incondicional, haciendo recordar que se tiene que llegar al final de una acción, especialmente a mi madre y padres queridos, mis cuatro hermanos y la vida, darles gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS:

Mis agradecimientos a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Por haber dado la oportunidad de ser profesional.

De igual forma a los docentes de Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por compartir sus experiencias, apoyo y sugerencia.

Al asesor Ing. Percy Velasquez Ccosi, por haber brindado su apoyo durante el desarrollo de la trabajo de investigación.

Al sr. Mauro Ayala, técnico del Laboratorio Análisis Biológico de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por su apoyo brindado en la presente investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Quinoa.....	13
2.1.1 Generalidades.....	13
2.1.2 Características generales de la quinoa.....	13
2.1.3 Clasificación botánica.....	15
2.1.4 Morfología.....	15
2.1.5 Contenido nutricional.....	17
2.1.6 Características anti nutricionales de la quinoa.....	19
2.2 Proceso de germinación.....	21
2.2.1 Periodos de la germinación.....	22
2.2.1.1 Inhibición.....	22
2.2.1.2 Activación y Formación de Enzimas.....	23
2.2.1.3 Crecimiento.....	24
2.2.1.4 Síntesis de proteínas durante el germinado.....	25
2.2.1.5 Movilización de las proteínas.....	25
2.2.1.6 Efectos en la calidad y cantidad de la proteína.....	26
2.2.1.7 Efecto sobre las vitaminas y los minerales.....	27
2.2.1.8 Efecto sobre los factores anti nutricionales.....	28
2.2.2 Secado.....	29
2.2.4 Molienda.....	30

2.2.6 Pruebas biológicas de las proteínas.....	31
A. Valor bilógico (V.B.).....	31
B. Digestibilidad.....	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1 Materia prima.....	34
3.2 Materiales y equipos.....	34
3.3 Metodología experimental.....	36
3.3.1 Primera etapa.....	36
3.3.1.1 Remojo y reanudación de la actividad metabólica.....	36
3.3.1.2 Germinación.....	37
3.3.1.3 Secado.....	38
3.3.1.4 Pre cocido.....	38
3.3.1.5 Molienda.....	39
3.3.2 Segunda etapa.....	39
3.3.2.1 Análisis químico proximal.....	39
3.3.3.2 Pruebas Biológicas.....	40
A. Digestibilidad aparente.....	40
B. Valor bilógico (VB).....	41
3.4 Procedimiento experimental.....	41
3.4.1 Obtención de la harina de quinua germinada.....	41
3.4.2 Descripción de operacio para la obtencion de harina de quinua germinada.....	42
3.5 Preparación de las dietas.....	45
IV. RESULTADOS DISCUSIÓN.....	46

4.1 Resultados de la primera etapa.....	46
4.1.1. Remojo.....	46
4.1.2 Proceso de germinación.....	46
4.2.1 Secado.....	47
4.2.2 Precocido.....	48
4.2.3 Molienda.....	49
4.2.4 Resultados del análisis proximal de la harina de quinua germinada precocida.....	51
4.3.1 Formulación de la dieta I (harina de quinua precocida)	54
4.3.2 Formulación de la dieta II (harina de quinua germinada precocida).....	55
4.4 Resultados de la digestibilidad aparente y valor biológico de la calidad de la proteína en animales experimentales.....	56
4.4.1 Digestibilidad aparente (Dap).....	56
4.4.2 Valor biológico (VB).....	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.2 CONCLUSIONES.....	61
5.2 RECOMENDACIONES.....	61

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la quinua.....	15
Cuadro 2: Componentes nutritivos de la quinua.....	18
Cuadro 3: Granos integrales de quinua lavada y sometidas a cocción de 87°C (mg de aminoácidos/g de proteína).....	19
Cuadro 4: Tratamientos preliminares para establecer el tiempo de remojo.....	37
Cuadro 5: Niveles de tiempo de secado y humedad.....	38
Cuadro 6. Cantidad de proteína en función del tiempo de germinación.....	39
Cuadro 7: Composición de las dietas I y II	45
Cuadro 8: Humedad durante del remojo del grano de la quinua.....	46
Cuadro 9: Niveles de tiempo de secado y humedad.....	47
Cuadro 10: Cantidad de proteína en función del tiempo de germinación.....	48
Cuadro 11: Análisis químico proximal de la harina de quinua Blanca Junín.....	54
Cuadro 12: Composición porcentual y valor nutritivo de la dieta I.....	55
Cuadro 13: Composición porcentual y valor nutritivo de la dieta II.....	55
Cuadro 14: Digestibilidad aparente de las dietas.....	56
Cuadro 15: Valor biológico de las dietas.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del grano de quinua.....	14
Figura 2 Flor de la quinua	16
Figura 3 Fruto de la quinua.....	16
Figura 4: Grado de quinua germinado.....	21
Figura 5: Diagrama de bloques para la obtención de la harina de quinua germinado precocido.....	44
Figura 6: Evaluación del tiempo de secado en relación al porcentaje de humedad.....	48
Figura 7: Imagen de los tratamientos precocida.....	48
Figura 8: Harina de quinua precocida.....	50
Figura 9: Harina de quinua germinada precocida.....	50
Figura 10: Tendencia de los tratamientos en relación a la concentración de proteína.....	52
Figura 11: Gráfico de barras en donde se muestran los tres tratamientos en relación a la concentración de proteína.....	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto la calidad proteica en animales experimentales (ratas holtzman), mediante las dietas administradas con la harina de quinua precocida (T1) y harina de quinua germinada (T2 y T3) precocida de la variedad blanca Junín. La obtención de la harina quinua germinada precocida, siguió el siguiente flujo de operaciones: recepción y clasificación, remojo, germinación, secado, precocida, molienda, tamizado finalmente envasado. En una primera etapa se ha evaluado el tiempo de remojo, tiempo de germinación, temperatura de secado, precocida y grado de molienda, finalmente la segunda etapa pruebas biológicas.

El resultado del análisis proximal, de la harina de quinua germinada precocida, de los tres tratamientos a T1, T2 y T3 de 0, 24 y 48 horas de germinación respectivamente, donde existe una diferencia significativa ya que la harina de quinua precocida germinada presenta (15,03 18,48 y 17,76)% de proteína respectivamente, el tratamiento 2 fue seleccionado para la evaluación biológico.

En la segunda etapa, se preparó las dietas I (la harina de quinua precocida) y dieta II (la harina de quinua germinada precocida), con 10 % de proteína, control diario del peso, finalmente se evaluó la calidad de la proteína de las muestras, obteniendo como resultados de la dieta I: valor biológico (VB) = 56,76 por ciento, digestibilidad aparente (DA) = 75,55 por ciento y la dieta II: valor biológico (VB) = 71,73 por ciento, digestibilidad aparente (DA) = 81,19 por ciento. Los resultados demuestran que la dieta II presenta una buena calidad proteica, este resultado indica que la hidrolisis de los aminoácidos ocurridos en el proceso de germinación y precoción permiten que se más digerible, siendo una alternativa importante para la alimentación infantil.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta que se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y se cultiva desde Colombia hasta el norte de Argentina.

En la región andina del Perú, la quinua continúa siendo la base de la alimentación del poblador rural. Posee excelentes cualidades alimenticias cuyo valor proteínico es especialmente por su balance adecuado de la lisina, un aminoácido esencial y fundamental para una buena digestión y asimilación de nutrientes.

El proceso de germinación puede aumentar hasta en un 20 por ciento de nutrientes en pocos días, además que es una práctica económica y de fácil de elaboración, y estos nutrientes son digeridos de una manera efectiva por el sistema digestivo de los seres humanos.

“La harina de quinua germinada posee mayor posibilidad de combinación con otros alimentos, además de facilitar la preparación, pues solo se necesitan de 2 a 5 minutos adicionales de cocción” (Valdes, 1995).

La desnutrición alrededor del mundo ha alcanzado niveles elevados, por lo que se han creado varias organizaciones locales, regionales y mundiales con la finalidad de erradicarla, especialmente en niños de etapa preescolar y escolar, los cuales son más vulnerables a sufrir deficiencias nutricionales, pues se encuentran en un estado de continuo de desarrollo y crecimiento, es decir necesitan de una alimentación adecuada a este

crecimiento para lo cual esta investigación permitirá formular una dieta adecuada para los niños en la etapa preescolar.

El presente trabajo de investigación es importante ya que utiliza los residuos de la industrialización de quinua denominada como (segunda), para convertirlo en alimento funcionales o mejorado con la técnica de germinación, lográndose incrementar la composición nutricional, siendo una alternativa importante para la alimentación infantil. ENDES INEI (2015) precisa que Ayacucho es la cuarta región con mayor porcentaje de desnutrición crónica infantil con 26,3%.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Ayacucho la industrialización del grano de la quinua, se incrementó a consecuencia a la gran demanda de los mercados internacionales desde el año (2012 – 2016), lo cual genero la acumulación de residuos (quinua de segunda) y su aprovechamiento es casi nula, por falta de estudios, razón por el cual se realiza este presente estudio sobre la evaluación de la digestibilidad biológica de la quinua germinada precocido de este producto.

Para que industrialización tenga un crecimiento permanente se busca generar productos con valor agregado, con el fin de buscar mercado en el exterior.

El presente estudio surge ante la necesidad de encontrar alternativas y métodos que permitan darle un valor agregado a la quinua de segunda, que sea un sistema rápido y flexible para adaptarse a las necesidades del mercado.

No existen estudios sobre digestibilidad biológica de la proteína de la quinua germinado precocido en animales experimentales.

Falta de investigaciones sobre los parámetros: tiempo de remojo, humedad, temperatura de secado y tiempo de geminación del grano de la quinua.

No existen investigaciones sobre dietas administradas con quinua germinada precocida en animales experimentales.

No existen estudios sobre la calidad de la proteína del germinado de la quinua precocida
Mediante pruebas: de la digestibilidad y valor biológico en animales experimentales.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar la digestibilidad biológica de la proteína del germinado de quinua de segunda precocido en ratas holtzman.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Controlar los parámetros óptimos: tiempo de remojo, humedad, temperatura de secado y tiempo de geminación del grano.
- ❖ Administrar la dieta adecuada en base a la quinua germinada precocida según los requerimientos nutricionales de las ratas.
- ❖ Determinar la calidad y contenido proteico de la proteína mediante la pruebas de la digestibilidad aparente y valor biológico en animales experimentales.

HIPOTESIS:

El proceso del germinado permitirá que se incremente la digestibilidad biológica de la proteína en el grano de la quinua.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Quinua

2.1.1 Generalidades

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas en el mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua es una planta andina, muestra la mayor distribución de formas y diversidad de genotipos en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia, adaptándose desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. (Heiser y Nelson 1974).

La quinua en el pasado se cultivaba en una extensa distribución geográfica, que abarcó en Sudamérica, desde Nariño en Colombia hasta Tucumán en la Argentina y las Islas de Chiloé en Chile, también fue cultivada por las culturas precolombinas, Aztecas y Mayas, pero usándola únicamente como verdura de inflorescencia (Mujica, *et al.*, 2001).

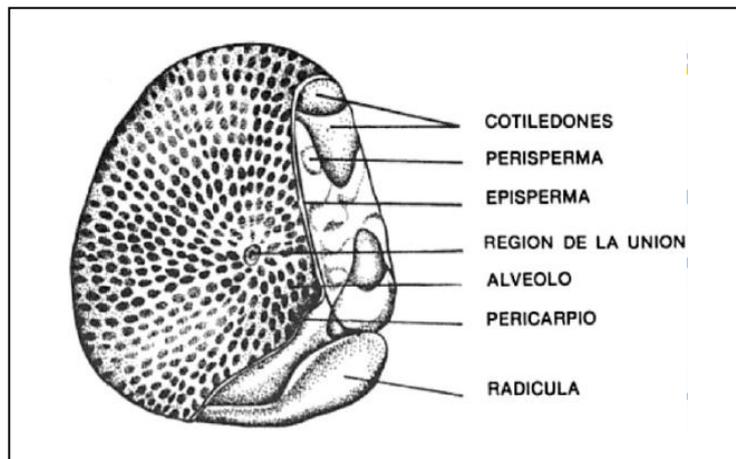
2.1.2 Características generales de la quinua

Los pseudocereales, aportan una dosis importante de carbohidratos. La quinua fue ampliamente cultivada en la región andina por las culturas precolombinas y su granos han sido utilizado en la dieta de sus pobladores en zonas más altas (3500 msnm.), frías (temperaturas promedio 12°C) y áridas de 353 mm de precipitación promedio. A pesar de ser una especie completamente domesticada, los frutos contienen saponinas, donde su extracción es necesaria para su consumo.

Las estructuras principales que forman parte de un grano de quinua se presentan en la figura 1 en donde se puede apreciar la radícula, parte fundamental en la elaboración de harina a base de quinua germinada.

La cubierta de la semilla se denomina pericarpio, luego se encuentra el epispermo en forma de una membrana delgada, la radícula está envuelta por el perisperma en forma de anillo y el perisperma contiene el almidón y por lo general es de color blanco.

Figura 1. Estructura del grano de quinua



Fuente: (Gallardo *et al.*; 1997)

2.1.3 Clasificación botánica

La clasificación botánica de la planta está de la siguiente manera.

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la quinua.

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	Quinua
Nombre común	Quinua – quinoa

Fuente: Tapia, 1997

2.1.4 Morfología

La quinua es una planta alimenticia de desarrollo anual, dicotiledónea que alcanza una altura de 1 a 3 metros.

- ❖ **Raíces**, son muy fibrosas resisten a los vientos fuertes. Su estructura es en forma de una raíz pivotante de la que ramifican raíces secundarias.
- ❖ **El tallo**, es robusto, de corteza escamosa tiene forma cilíndrica y se vuelve anguloso en la parte de las ramificaciones, se muestra en la figura 2.
- ❖ **Las hojas** son anchas piliformes. El tallo central comprende hojas lobuladas y quebradizas, puede tener o no ramas, dependiendo de la variedad o densidad de sembrado.

Son simples enteras, gravadas, pecioladas, contienen oxalatos de calcio en el e vez en el haz; las cuales evitan transpiración excesiva en caso de que se presente sequías, se muestra en la figura 2.

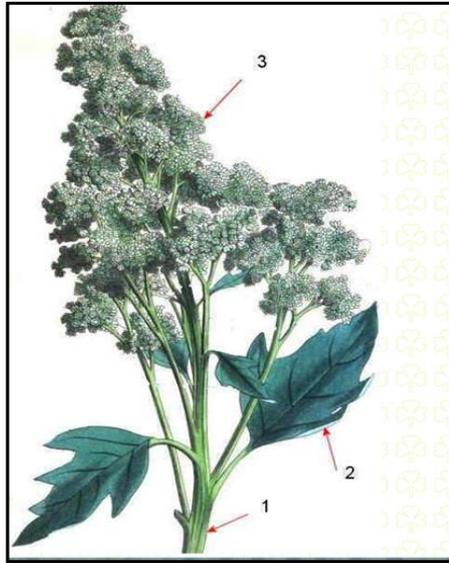


Figura 2. Flores de la quinua

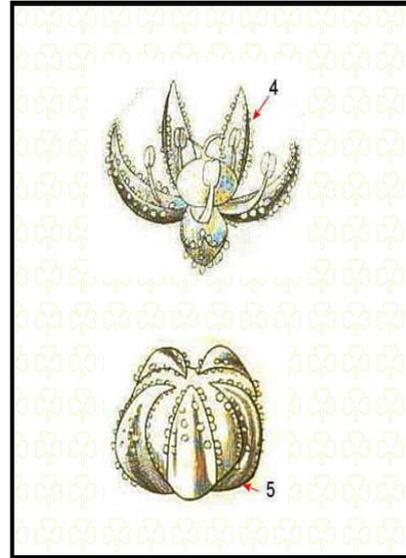


Figura 3. Fruto de la quinua

- ❖ **La Inflorescencia** tiene una forma de panoja o racimo. Cada panoja tiene un eje central y ramificaciones secundarias y terciarias. La panoja puede ser de dos tipos, según la variedad (densa y laxa), se muestra en la figura 2
- ❖ **Las flores** son pequeñas y carecen de pétalos, son hermafroditas alcanzando un tamaño máximo de tres milímetros. se muestra en la figura 3.
- ❖ **El fruto** es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro, varía notablemente por su color desde el grano blanco, rojo y negro, con alta concentración de proteína, específicamente aminoácidos como la lisina. El fruto es aquello, que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco pétalos que tiene la flor. El perigonio cubre solo una

semilla y se desprende con facilidad al frotarlo, el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla, donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo, se encuentra en la primera membrana de la semilla. Se muestra en la figura 3.

2.1.5 Contenido nutricional

Repo-Carrasco *et al*, (2001), señalan que la calidad nutricional de un producto depende tanto de la cantidad como la calidad de los nutrientes presentes. En cuanto a las proteínas, la quinua tiene un contenido especialmente alto en comparación con otros cereales. Su importancia radica en la calidad de su proteína, pues posee una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoácido de la caseína, proteína de la leche.

La quinua contiene un alto valor nutricional según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1985), su contenido de proteínas la convierte en un excelente sustituto de la carne, lácteos y huevos que son importantes para la alimentación de la población con bajos niveles nutricionales.

Los expertos han considerado a la quinua, como un nutriente fundamental en el ámbito del deporte internacional y como alimento para los astronautas en sus viajes espaciales.

La quinua biológicamente contiene 10 aminoácidos esenciales entre ellos los más importantes son: la metionina, el triptófano y la lisina siendo esta última la más esencial en el crecimiento y el desarrollo de los niños

Es un producto nutritivo con 14% de proteína y vitaminas: B, E y C, no contienen gluten.

Cuadro 2: Componentes nutritivos de la quinua

COMPONENTES	%
Proteínas	13.00
Grasas	6.70
Fibras	3.45
Cenizas	3.06
Calcio	0.12
Fosforo	0.36
Hidratos de carbono	71.00

Fuente: Baudui Salvador, 2006

La grasa contenida es de 4 a 9 % de las cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana, también contiene un nivel alto de calcio y fosforo.

Diferentes autores indican que existe mayor disponibilidad de hierro asimilable al momento de remojar, germinar y fermentar la quinua, siendo el método directo la fermentación ya que llega a degradar entre el 96 y 99% de ácido fítico, el cual es una sustancia que rodea y escuda a los átomos de hierro (Villacorta, 1976).

Además Morón (2001), expresa que la quinua es más que solo proteínas de excelente valor biológico, ya que brinda otros beneficios para la salud, tales como: mantener un

equilibrio en la formación de la grasa mediante los ácidos grasos esenciales, así como la fibra ayuda a la absorción de colesterol, para ayudar al tránsito de los desechos por el intestino, en cuanto a los minerales, el calcio presente en la quinua mejora la coagulación de la sangre y conjuntamente con el fósforo refuerzan el sistema óseo y dental, el hierro enriquece la sangre y los tejidos.

Cuadro 3: Granos integrales de quinua lavada y sometidas a cocción de 87°C (mg de aminoácidos/g de proteína).

Aminoácidos	INTEGRAL	87°C
Isoleocina	37.7	47.2
Leucina	72.2	69.2.0
Lisina	67.6	87.7
AAST	20.1	27.5
AAAT	61.9	82.9
Treonina	37.2	52.1
Triptofano	8.8	12
Valina	48	58.6
Histidina	27.5	33

Fuente: FAO/OMS/UNU (1985)

AAST = Metionina + cistina.

AAAT = Fenilalanina + tirosina.

2.1.6 Características anti nutricionales de la quinua

Los factores anti nutricionales son sustancias naturales no fibrosas, generadas por el metabolismo secundario de las plantas, que afectan el valor nutricional de algunos alimentos, especialmente semillas, pues dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes que provienen de alimentos generalmente de origen vegetal. Desde el punto de vista bioquímico estos factores son de naturaleza variada y pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables como la flatulencia;

distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos, disminución en la asimilación de nutrientes, entre otros.

Los factores anti nutricionales constituyen un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y animales. En algunos casos, son productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, los cuales al estar presentes en los alimentos ejercen una reducción en el consumo, digestión, absorción y la utilización de nutrientes (D´mello, 2000).

En la semilla de quinua, el factor anti nutricional presente es la saponina

2.2 Características de la saponina

Las saponinas están localizadas en el pericarpio de las semillas de la quinua. Dan el sabor amargo y su contenido oscila en el rango del 0.1 al 5.0%.

Las saponinas son solubles en metanol y agua, consisten de una a seis unidades de hexosas o pentosas, unidas a una sapogenina aglicona. Las saponinas pueden tener agliconas esteroidales o triterpenoidales. Estas son capaces de producir espuma estable en soluciones acuosas, bajar el nivel del colesterol y producir hemólisis en las células sanguíneas (Oakenfull, 1981).

A más del sabor amargo que proveen a la quinua, las saponinas pueden formar complejos insolubles con minerales, como el zinc y el hierro, lo cual no permite que los minerales sean absorbidos por el organismo (Meyhuay, 1999).

Aunque se sabe que la saponina es altamente tóxica, para el ser humano, cuando se administra por vía endovenosa, queda en duda su efecto por vía oral. Se afirma que los medicamentos con base en saponina pueden ser administrados en grandes dosis, por vía oral, ya que no son absorbidos por las mucosas intestinales y además se desdoblan, bajo la acción de los álcalis y fermentos intestinales (CRS, 2003).

2.2 Proceso de germinación

La reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, que provoca la ruptura de los tegumentos seminales en el brote de la nueva planta, es conocida como germinación (Meyer, 1976).

La germinación es un conjunto de procesos metabólicos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. La germinación de una semilla es pues, uno de los procesos más vulnerables por los que atraviesa el ciclo vital de una planta ya que de ella depende el desarrollo de la nueva generación.



Figura 4. Grado de quinua germinada

Según (Goyoaga, 2005) La germinación desencadena en los granos una serie de procesos enzimáticos que mejoran su digestibilidad y aumentan su valor nutricional. Entre estos cambios, está la degradación de ácido fítico, que mejora la biodisponibilidad de los minerales, y la aparición de vitaminas A, C y B12.

La germinación de los cereales puede darse por la presencia del contacto de las semillas con agua, calor y oxígeno, con estos tres elementos es suficiente para que las enzimas diastasas se activen y den lugar a nuevas reacciones.

2.2.1 Periodos de la germinación

Al despertar de una semilla seca e iniciar su crecimiento hasta formarse los brotes envuelve tres periodos, considerando al agua absorbida como un incremento en el peso, luego un periodo constante en donde suceden los cambios fisiológicos de la semilla, seguido de un nuevo incremento en el peso original por la emergencia de la radícula.

2.2.1.1 Inhibición

El paso inicial de la germinación consiste en la inhibición de agua, que es básicamente un mecanismo de la difusión, a esta etapa se le conoce como remojo donde la semilla es hidratada provocando su aumento de volumen.

Este periodo que se caracteriza por el incremento del peso, se debe a la hidratación del tejido de la semilla, que generalmente causa un pronunciado aumento en su permeabilidad al oxígeno y al CO₂, la cual es muy baja en las semillas secas. La turgencia de la semilla provoca a menudo la ruptura de los

tegumentos; pero en algunas especies esto no ocurre, sino cuando emerge la raíz primaria.

Al pasar el agua a través del tejido, provoca migración y activación de las enzimas y la producción de otras. Se eliminan sustancias hidrosolubles como toxinas que se encuentran presentes en algunas leguminosas.

El tiempo de remojo que requiere las semillas va a depender de las características: variedad, tamaño y la permeabilidad de la cubierta seminal o cascara. El factor que influye en la velocidad de penetración de la humedad en la semilla, es la temperatura del agua.

3.2.1.2 Activación y Formación de Enzimas

En el periodo de la germinación hay incremento de peso y se producen cambios fisiológicos dentro de la semilla que afectan su valor nutricional, se desarrolla el sistema metabólico necesario para su crecimiento y los componentes enzimáticos de este sistema.

Las semillas que poseen endospermos, las enzimas aparentemente se mueven del embrión hacia los tejidos endospermatícos. Los alimentos previamente almacenados, sea en el endospermo o en los cotiledones, son digeridos y los productos solubilizados por el proceso digestivo migran hacia los puntos de crecimiento del embrión. Si se analizan químicamente las semillas en sucesivas etapas de la germinación, se observará que la cantidad de almidones, aceites y proteínas en las semillas decae de la siguiente manera: una gran proporción de

las grasas son generalmente convertidas por la digestión en carbohidratos solubles.

Los carbohidratos solubles no aparecen durante la última etapa de la germinación en cantidades cuantitativamente equivalente al almidón, esto indica que estos compuestos que se consumen en la respiración, no son asimilados en la síntesis de los constituyentes de los carbohidratos de la pared celular. Esto indica que las proteínas no se consumen en la reparación, sino que son utilizados en la síntesis de los compuestos orgánicos nitrogenados del embrión en crecimiento. (Meyer, 1976).

En este periodo algunas semillas empiezan a sintetizar proteínas y la síntesis se acelera durante el periodo constante; este incremento momentáneo de la síntesis de proteína es un factor común de las semillas con poder germinativo.

2.2.1.3 Crecimiento

En este proceso se ve un incremento de peso de la semilla originando por la emergencia de la radícula, donde las sustancias nutritivas son asimiladas para la construcción del protoplasma y las paredes celulares dando origen a los brotes.

La mayor parte de las sustancias asimiladas durante la síntesis del protoplasma son las proteínas y la formación de la de las paredes son conformados casi en su totalidad por los carbohidratos. Las reacciones químicas involucradas en la asimilación pertenecen a las sustancias nutritivas solubles, relativamente

simples, se convierten en constituyente complejos e insolubles del sistema celular, estas reacciones se hallan catalizadas por enzimas, como resultado de la asimilación, una región en crecimiento invariablemente aumenta en peso seco (Meyer, 1976).

2.2.1.4 Síntesis de proteínas durante el germinado.

En la semilla seca están presentes todos los componentes necesarios para la reanudación de la síntesis de proteínas. Con la excepción de las polisomas ausente en la semilla seca madura. Sin embargo, después de un corto período de tiempo, 10 o 15 minutos desde el comienzo de la inhibición, ya se detecta la formación de polisomas, y la capacidad para sintetizar proteínas se pone en marcha (Othón, 1996).

Dos fases pueden distinguirse claramente en la síntesis de proteínas durante la germinación:

- ❖ Una primera utiliza mRNA preexistentes y que traducen mensajes residuales asociados con los procesos de desarrollo.
- ❖ Segunda fase se produce la síntesis de nuevos mRNA que son transcritos durante la germinación.

2.2.1.5 Movilización de las proteínas.

La degradación de proteínas de reserva se logra por acción más o menos específica de enzimas proteolíticos cuya importancia es vital para el desarrollo de la nueva plántula. Los enzimas proteolíticos o proteasas se han clasificado en tres grupos:

- ❖ Serín-proteasas, que tienen serina en su centro activo.
- ❖ Sulfidrilproteasas, que requieren un grupo-SH libre en su centro activo.
- ❖ Metal proteasas, que requieren iones metálicos como cofactores y son inhibidos por agentes quelantes, ácidos-proteasas que son activos a pH ácido.

2.2.1.6 Efectos en la calidad y cantidad de la proteína

Beevers y Guernesey (1966), quienes demostraron que los granos durante el periodo de crecimiento del axis (3 a 8 días de germinación) el contenido de nitrógeno del cotiledón declina rápidamente acompañado a un incremento de nitrógeno en el axis, esto es resultado de la translocación de los productos de la proteólisis.

El contenido del nitrógeno en los cotiledones empieza decrecer en los primeros días de la germinación y pierden la misma cantidad por 14 días siguientes, sea el crecimiento bajo luz y oscuridad. Las plantas de ambos tratamiento pierdan la misma cantidad de peso seco por 8 días, pero aquellos que han desarrollado bajo la luz han tomado nitrógeno de la solución. Ellos aún tienen más alta concentración de nitrógeno amino soluble en los cotiledones, pero aquellos que crecen en la oscuridad tienen concentración en el axis.

Recomendado por Repo- Carrasco (1998), en pruebas realizada en cultivos andinos. Recomiendan no emplear temperaturas mayores a los 80°C en consecuencia provocaría la destrucción de la actividad enzimática; el objetivo del secado es detener la actividad enzimática provocada por la germinación,

hasta que las muestras alcancen una humedad del 10%, recomendada por De Clerk (1962) para las semillas germinadas, con la finalidad de evitar la pérdida de aroma y reducir la carga microbiana.

El proceso de secado se estableció en un secador de bandejas a 60 °C por un tiempo de 3.5 horas recomendado por Buendía (1981).

Van Barneveld, (1993) reportó que la lisina disponible fue reducida entre 26 a 40 %, con un tratamiento térmico de la harina de arveja de 135 °C a 150 °C por un periodo de 20 minutos.

La mayoría de las proteínas vegetales que contienen azúcares reductores como la glucosa, que al ser sometidos a un tratamiento térmico excesivo puede reaccionar con los grupos amino de la lisina y arginina formando compuestos no hidrolizables por las enzimas digestivas, denominado comúnmente como productos de la reacción de Maillard Scott et al, (1976).

El calentamiento excesivo en la torta de soya produce compuestos complejos, formados por aminoácidos como la lisinoalanina que son indispensables para los animales Robinson, (1991); Mouron, (1981)

2.2.1.7 Efecto sobre las vitaminas y los minerales

La concentración de los minerales en los germinados es más baja que las semillas originales. En base seca, las semillas germinadas contienen una disminución de hierro, que en semillas originales.

2.2.1.8 Efecto sobre los factores anti nutricionales

Una mayor porción de fosforo en las legumbres y guisantes aparece como fitato fosforado encontraron que en la germinación, una mayor concentración del ácido fítico fue hidrolizado, dando como resultado componentes fosforados intermedios orgánicos e inorgánicos.

2.2.2 Desnaturalización de la proteína

Cuando la proteína no ha sufrido ningún cambio en su interacción con el disolvente, se dice que presenta una estructura nativa. Se llama desnaturalización de las proteínas a la pérdida de las estructuras de orden superior (secundaria, terciaria y cuaternaria), quedando la cadena polipeptídica reducida a un polímero estadístico sin ninguna estructura tridimensional fija.

En una proteína cualquiera, la estructura nativa y la desnaturalizada tan sólo tienen en común la estructura primaria, es decir, la secuencia de AA que la componen. Los demás niveles de organización estructural desaparecen en la estructura desnaturalizada

Los efectos que puede causar la desnaturalización de las proteínas pueden ser:

1. Cambio en la viscosidad
2. Disminución de la solubilidad
3. Perdidas de las propiedades biológicas
4. Cambio en el aspecto (color, textura, flavor)

3.2.2 Secado

El objetivo del secado es detener la etapa de germinación y sus modificaciones, para luego ser sometido a la molienda y obtener la harina. El contenido de humedad de los germinados al iniciarse el proceso de secado es mayor al 30 por ciento.

Palmer y Bathgate (1975) observaron que durante la etapa inicial de secado la temperatura real del grano es relativamente independiente de la temperatura de entrada del aire. La mayor parte de la energía que ingresa en el proceso es absorbida por el calor latente de evaporación. En esta primera fase de secado, la actividad enzimática, particularmente carbohidrasas, continúa activa en el endospermo, hidrolizando los gránulos de almidón en azúcares, enfrentando los azúcares reductores. Igualmente, la actividad proteolítica que actúa sobre un grupo disponible de aminoácidos.

Los mismos autores demostraron que después de que la mayor parte de la humedad es removida, la temperatura del grano aumenta. El punto de incremento de la temperatura que es conocido como "punto de quiebre" es agudo y representa el punto donde el nivel de humedad de la superficie no podría absorber toda la entrada de energía por evaporación. Así la superficie del grano permanece seca y aumenta su temperatura, provocando el traslado de la humedad interna hacia la superficie del grano para luego evaporarse.

Después del punto de quiebre, cuando el endospermo consigue secarse, la actividad enzimática es reducida y podría ser destruida completamente, porque químicamente el agua límite podría ser trasladada. Remover el agua asociada puede desnaturalizar algunas proteínas y si las proteínas son enzimas. La actividad enzimática es

irreversible, decrece a partir de los 30°C a 70°C y su destrucción a temperaturas mayores a los 80°C.

2.2.4 Molienda

El objetivo de la molienda o molturación es hacer que los cereales resulten más agradables, para que sean más deseados como alimentos. La molturación generalmente implica la eliminación del material que molinero llama salvado, es decir el pericarpio, las cubiertas de la semilla, la epidermis nuclear y la capa aleurona. Además, generalmente se elimina el germen disminuyendo así su calidad. El salvado y el germen son relativamente ricos en proteína, vitaminas B, sustancias minerales y grasas, y el producto molido es más pobre en esas sustancias, que el grano completo. (Hoseney, 1991).

Como resultado de la molturación, el producto gana el paladar, pero pierde el valor nutritivo. Para evitar cambios en la composición química se recomienda la molienda del grano completo, sin la separación de ninguna parte de la semilla.

2.2.5 Usos y ventajas de la harina de germinados

Según (Meyer, 1976) son alimentos vivos; aunque también las frutas, los cereales y las hortalizas en su estado natural son alimentos vivos, en los germinados la vida está presente con toda su fuerza. Esto significa que los germinados son ricos en sustancias de gran valor biológico necesarias para nuestro organismo, como las vitaminas y las enzimas.

Las harinas obtenidas a partir de cereales y leguminosas germinadas pueden ser usadas en la preparación de papillas, con la finalidad de reducir su viscosidad y proporcionar mayor densidad energética, pueden formar parte de la dieta alimenticia de personas de todas las edades desde bebés en etapas de lactancia, en desayuno con adición de la leche para niños y hasta personas de la tercera edad, también puede ser usado en la elaboración de diferentes preparaciones alimenticias.

Están pre digeridos, las enzimas que se sintetizan durante la germinación comienzan la digestión del almidón, las proteínas y las grasas depositadas. Este proceso químico es similar al que ocurre en nuestro organismo durante la digestión. Por ello, los germinados son fáciles de digerir y se asimilan muy bien.

Contienen muchos nutrientes y proporcionalmente pocas calorías, por lo que se recomiendan en las dietas anti obesidad.

Tienen propiedades medicinales:

- ❖ Estimulan los procesos digestivos.
- ❖ Regeneran la flora intestinal.
- ❖ Son antioxidantes depurativos y remineralizantes.

2.2.6 Pruebas biológicas de las proteínas

A. Valor biológico (V.B.)

El método de Mitchel (1924), considera al valor biológico de la proteína como el porcentaje de nitrógeno absorbido (ingesta de N menos N fecal de origen dietético) que no es eliminado en la orina (Eggum, 1973), es decir es el porcentaje de nitrógeno absorbido que es retenido en el cuerpo para el

crecimiento y mantenimiento de la síntesis celular y está en función de la composición de aminoácidos de la proteína (Robinson, 1991).

Por lo que Fennema (1993,) afirma que el valor biológico refleja el balance de aminoácidos esenciales, la proporción absorbida de la proteína digerida.

Eggum (1973), reporta que el valor biológico es modificado por la cantidad de proteína consumida, independientemente del equilibrio de los aminoácidos y para el (V. B.) de la proteína sea máximo debe suministrarse una cantidad mínima de proteína.

B. Digestibilidad

Bressani *et al* (1977), afirma que la digestibilidad de la proteína de las leguminosas, está relacionada a factores anti fisiológico, inactivación de inhibidores de la tripsina, hemoglutelinas y otros compuestos. Del mismo modo al fraccionamiento de proteínas termo estables de la pared celular y de los azúcares.

Guzmán *et al* (1981), menciona que el almacenamiento también afecta la digestibilidad de la proteína, posiblemente debido al migración de compuestos poli fenólicos (taninos o pigmentos) de la cáscara, que los polifenoles y ácido fítico pueden afectar la digestibilidad del almidón a través de la interacción con la enzima amilasa.

Bressani *et al* (1977), afirma que, el incremento en la digestibilidad probablemente es el resultado de la destrucción de la estructura terciaria de ciertas proteínas que ofrecen resistencia a la hidrolisis enzimática.

La cocción del almidón mejora la digestibilidad de los carbohidratos y proteínas por el proceso de gelatinización que permite un ataque rápido de los gránulos de almidón por las enzimas digestivas.

Aliya *et al* (1982), en estudios con ratas, la razón de eficiencia proteica y la digestibilidad de productos de legumbres no cambiaron con fermentación, Pero el valor biológico incremento.

Lewis *et al* (1982), encontraron una ganancia de peso mucho mayor en ratas alimentada con una dieta control positivo contenido 18 % de proteína de harina de soya, en comparación a la dieta con 9%.

Araya *et al* (1979), afirman que la utilización biológica de la proteína disminuye al aumentar su concentración así mencionan que el haba para una concentración de proteína de 10 y 32.5%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de procesos agroindustriales, de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, laboratorio de control de calidad de la empresa Wiraccocha del Perú S. A. C. y laboratorios de Evaluación Biológica de los Alimentos y Evaluación Nutricional de Alimentos, del Departamento de Nutrición, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina -Lima.

3.1 Materia prima

La materia prima empleada para el presente trabajo de investigación fue quinua de la variedad blanca Junín proveniente del distrito Tambillo a una altitud de 3,064 m.s.n.m. Latitud -13.1919 y longitud -74.1114, Huamanga Ayacucho, de la campaña agrícola 2014-2015, que se muestra en anexo 11.

3.2 Materiales y equipos

❖ Materiales y equipos utilizado

Equipos:

- ✓ Cámara germinadora, capacidad de 1 m³.
- ✓ Cubetas de germinación acero inoxidable de 100 x 60 cm.
- ✓ Botes cilíndricos de polietileno de baja densidad (PEBD) de 250g. y 1kg. de capacidad.
- ✓ Batea de acero inoxidable de 100 x 70 x 40 cm.
- ✓ Molino eléctrico de la marca INNOVA capacidad 200 Kg/h de 15 hp
- ✓ Selladora eléctrico de la marca Safari

- ✓ Mezcladora eléctrica de la marca Hobart MFC de una capacidad de 5 Kg
- ✓ Analizador de humedad, modelo Mx-50 de la marca Kessel de capacidad de 51g $\pm e = 0.0001$
- ✓ Secador de túnel rotativo con quemador de propano de la marca Vulcano
- ✓ Balanza digital ADAM, modelo PGW 2502e de capacidad de 10 Kg
- ✓ Balanza analítica AND, modelo HR-200, de marca Heatingpattern capacidad máxima 210 g $\pm e = 0.001$
- ✓ Balanza eléctrica de la marca de capacidad 100 Kg

Materiales:

- ✓ Jaulas metabólicas individuales de acero inoxidable con comedero, bebedero equipado con sistema especial de colección de heces y orina.
- ✓ Tamices con las mallas (0,300 y 0,500) mm.
- ✓ Espátula
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Soporte universal
- ✓ Vaso precipitado de 250ml
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Probetas 250 ml
- ✓ Papel filtro
- ✓ Luna de reloj
- ✓ Pipeta de 10 ml
- ✓ Pinza
- ✓ Balanza de reloj marca BERKEL de 5 Kg de capacidad
- ✓ 12 unidades de ratones de la raza Holtzman de 21 a 25 días de nacido destetados.

Insumos:

- ✓ Timol 0.5g
- ✓ Carmín 0.5g
- ✓ Tolueno 20ml

3.3 Metodología experimental

El proceso experimental fue realizado considerando la determinación del tiempo de remojo y tiempo de germinación de los granos de quinua, a través de pruebas de escalamiento de parámetros recomendados por Velásquez (2003); la siguiente etapa comprende en el secado de los granos germinado, pre cocción y molienda de los granos germinados. La etapa final comprende los análisis del producto final tales como: cantidad y calidad de la proteína mediante análisis químico proximal y pruebas biológicas respectivamente.

3.3.1 Primera etapa**3.3.1.1 Remojo y reanudación de la actividad metabólica**

El remojo es el primer proceso que tiene lugar durante la germinación la determinación del tiempo en la toma de agua por la semilla es importante (como fase de imbibición), Según Barceló (2000), sostiene que la magnitud de la fase de imbibición está determinada por tres factores:

- ❖ Composición química de la semilla.
- ❖ Permeabilidad de la envuelta seminal.
- ❖ Disponibilidad de humedad en el medio ambiente.

Para garantizar la inhibición de las moléculas del solvente, penetren en el interior de la semilla provocando un hinchamiento, se determinó con niveles de tiempo de remojo Cuadro 3.

Cuadro 4: Tratamientos preliminares para establecer el tiempo de remojo

N° tratamiento	Tiempo de remojo (h)	Humedad (%)
1	2	
2	4	
3	6	
4	8	
5	10	

3.3.1.2 Germinación

La germinación propiciada por el remojo, produce una serie de reacciones metabólicas en el interior de la semilla, que dan como resultado la transformación de las macromoléculas de reserva, en moléculas solubles más sencillas y asequibles al embrión. Estas reacciones son catalizadas por enzimas hidrolíticas, cuya actividad aumenta considerablemente durante la germinación.

Inmediatamente después del remojo las muestras se extendieron en bandejas y se dejaron germinar bajo la oscuridad por 24 y 48 horas a temperatura de 20 a 26°C y a una humedad relativa 85%, es necesario mantener esa humedad, por el cual se acondiciono bandejas con agua en la base del germinador.

3.3.1.3 Secado

El secado es una operación simultánea de transferencia de masa y calor, a través del cual se elimina el líquido contenido por un sólido en forma de vapor hacia una corriente gaseosa de barrido, se puede expresar como humedad absoluta (kg de líquido/kg de sólido seco). Al finalizar la etapa de la germinación, los granos se estabiliza su humedad con un presecado con ventilación de aire, luego secados a 60°C en un secador rotativo horizontal, el objetivo del secado es detener la actividad enzimática provocada por la germinación; se evaluaron diferentes tiempos de secado en función a la humedad del grano.

Cuadro 5: Niveles de tiempo de secado y humedad.

N° Muestras	Tiempo de secado (horas)	Humedad (%)
1		
2		
3		
4		

3.3.1.4 Pre cocido

El pre cocido tienen la finalidad de mejorar la digestibilidad del grano germinado seco, este se realizó en un secador de túnel por batch con quemador de propano, pirómetro y un variador de velocidades a 100°C por 10 minutos en un rotativo horizontal de la marca SRHV I/C.

3.3.1.5 Molienda

Los granos pre cocidos fueron molturados por un molino de discos eléctrico de la marca INOVA, con la finalidad de obtener harina, utilizando tamices de 0,500 y 0.300 mm de luz recomendado por Buendía (1981), para garantizar la aceptabilidad del alimento.

3.3.2 Segunda etapa

Comprende el análisis químico proximal y pruebas biológicas del producto final, la validación del tratamiento adecuado se hará en función al porcentaje de proteína resultante de acuerdo al Cuadro 6.

Cuadro 6. Cantidad de proteína en función del tiempo de germinación.

Tratamientos	Tiempo de germinación (horas)	Proteína (%)
1	0	
2	24	
3	48	

3.3.2.1 Análisis químico proximal

- Humedad, basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta u alcanzar un peso constante indicado por A.O.A.C. (2005).
- Proteína total, según el método micro kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra multiplicada por el factor 6.25 para poder obtener la proteína A.O.A.C. (2005).
- Grasa, analizado mediante el método soxhlet hexano como solvente A.O.A.C. (2005).

- Fibra, evaluado por hidrolisis ácida y alcalina en caliente de los hidratos solubles A.O.A.C. (2005).
- Ceniza, por incineración en una mufla de material orgánico a 600°C A.O.A.C. (2005).
- Carbohidratos, es calculado por diferencia después de haber completado los análisis de la humedad, proteínas, fibra y ceniza (2005).

3.3.2.2 Pruebas biológicas

A. Digestibilidad aparente

Para la prueba se utilizó 12 ratas machos holtzman de 23 días de edad y distribuidas en 12 jaulas metabólicas de acero inoxidable, cada jaula tiene un bebedero de vidrio y comederos de 15g de capacidad, con una guillotina graduable para no desperdiciar los alimentos; teniendo así mismo un sistema que permite coleccionar las heces y la orina de forma independientes, se muestran en el anexo 1 y 3. Donde se suministró el alimento del tratamiento I a 6 ratas de la misma manera para el tratamiento II.

El experimento duro 7 días, incluyendo el periodo de acostumbramiento a la dieta. En los anexos 1 y 3 se muestran el periodo de acostumbramiento y los registros llevados de los pesos y el consumo de la dieta diaria en forma individual, así como la orina y las heces que coleccionaron en frascos y se guardan bajo refrigeración hasta terminar el experimento, luego una vez terminado se homogenizar cada resto luego se procede al evaluar la cantidad de nitrógeno para después utilizar la siguiente formula:

$$D_{ap} = \frac{(Ni - Nf)}{Ni} \times 100$$

Dónde:

Ni = nitrógeno ingerido (g)

Nf = nitrógeno en heces (g)

B. Valor biológico (VB)

Para determinar el valor biológico de la ración se utiliza los mismos los mismos registros tomados de la digestibilidad y además el contenido urinario, para posteriormente aplicar la formula siguiente formula:

$$VB = \frac{Ni - (Nf + Nu)}{Ni - Nf} \times 100$$

Dónde:

Ni = nitrógeno ingerido (g)

Nf = nitrógeno en heces (g)

Nu= nitrógeno en orina (g)

3.4 Procedimiento experimental

3.4.1 Obtención de la harina de quinua germinada

Para la obtención de la harina de quinua germinada se siguió las operaciones que se muestran en la figura 5, las que describimos a continuación.

3.4.2 Descripción de las operaciones para la obtención de la harina de quinua germinada

❖ Recepción y selección

Es la parte inicial del proceso, se realizó la recepción de la materia prima procesada primariamente, se inició con la clasificación en la cual se extraen los granos menudos.

❖ Remojo.

Esta etapa tiene por finalidad proveer al grano la cantidad de agua necesaria para iniciar el proceso de la germinación, se utilizó en una proporción de 1:2 en condiciones de temperatura y tiempo de remojo.

❖ Germinación

Inmediatamente después de la etapa de remojo los granos se extendieron en bandejas y se sometió a la etapa de germinación bajo la oscuridad por 24 y 48 horas a temperatura 22°C en promedio y a una humedad relativa de 85%.

❖ Secado

El objetivo del secado es frenar la germinación de la quinua eliminando la humedad, con la finalidad de evitar la pérdida de aroma y facilitar la molienda. Al finalizar esta operación, los granos serán colocados en envases herméticos para su posterior molienda.

❖ Precocida

Se realiza un tratamiento térmico a las muestras teniendo en consideración la temperatura final del precocido, con el proceso térmico se facilita la digestibilidad de la proteína y de los almidones del grano de quinua (gelatinización).

❖ Molienda y tamizado

Cumplido el tiempo de precocido de la quinua germinada, se procede a la molturación, tamizó en mallas en 0.500 y 0.300 mm de luz y envasado en bolsas de polipropileno.

❖ Pesado

Realizada la molturación de la quinua germinada, se procedió a registrar el peso con la finalidad de conocer la cantidad de harina que se obtuvo.

❖ Empacado

Después de registrar el peso de la harina de quinua germinada se envasó en bolsas de polipropileno para evitar que absorba la humedad del ambiente y se almaceno en un lugar seco y fresco.

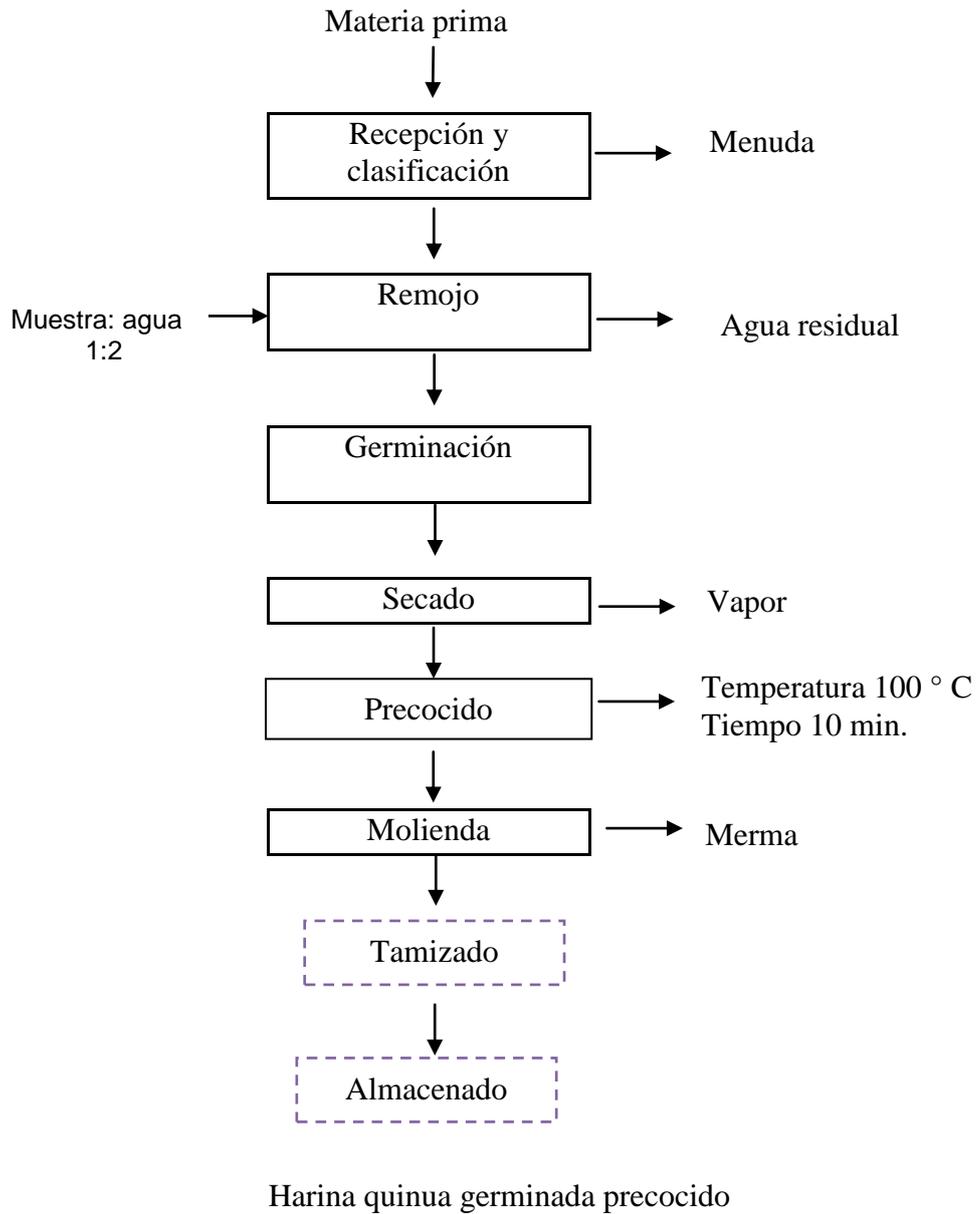


Figura 5. Diagrama de bloques para la obtención de la harina de quinua germinado precocido

3.5 Preparación de las dietas

La composición de las raciones se presenta en el cuadro 6, dichas dietas fueron isoproteica e isocalóricas al 10% de proteínas, las cuales se tomaron en cuenta para la preparación y comparación estadística de las muestras.

Cuadro 7: Composición de las dietas

Ingredientes	Dieta	
	%	Kcal.
Harina		
Mezclas de sales minerales	4,0
Mezclas de vitaminas	5,0	18,87
Grasa vegetal	1/3(9.0)	
Azúcar	1/3(9.0)	
Maicena		
Fibra	
Total	100	380

Fuente: Guzmán, (1981).

El cuadro 7, nos muestra la composición nutricional de las dieta, donde debe estar compuesta 380 Kilo calorías por día en la dieta de la rata.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la primera etapa

4.1.1 Remojo

Durante el remojo el grano se ha hidratado con una proporción de 1:2, la cual permitió un aumento de su volumen, como se puede observar en el cuadro 8, durante las 4 primeras horas de remojo la humedad alcanzada por la semilla fue de 40,3% la cual no es suficiente para que este realice las transformaciones metabólicas, provocando que este se seque rápidamente. Además se probaron con 6, 8 y 10 horas de remojo, siempre tomando en cuenta que la semilla no sufra alteraciones, a partir de las 8 horas de remojo alcanzo una humedad de 48,76% para que inicie el proceso de germinación, como indica De Clerk (1962), quien menciona que la semilla requiere una humedad de 45% para iniciar el proceso de germinación.

Cuadro 8: Humedad durante del remojo del grano de la quinua

N° Tratamientos	Tiempo de remojo (h)	Humedad (%)
1	2	35,89
2	4	40,31
3	6	44,75
4	8	48,76
5	10	49,06

4.1.2 Proceso de la germinación

Una vez establecido el tiempo de remojo de 8 horas con humedad de 48,76 %, se da el inicio al proceso de germinación, en donde se evalúa a diferentes tiempos (24 y 48) horas y a la temperatura de 22 °C, se observa en proceso de germinación los granos,

tienen la capacidad de activar su sistema enzimático y así poder iniciar el proceso de transformación de las sustancias de reserva y por consiguiente el crecimiento de la semilla.

Es decir la quinua requiere 12 horas para que se pueda observar la emergencia de la raíz.

4.2 Resultados de la segunda etapa

4.2.1 Secado

Los resultados de los niveles secado y humedad se muestran en cuadro 9, realizado a la quinua germinada, los valores encontrados en la muestra tiene una humedad inicial de 33,86 por ciento, luego es sometido al secador rotativo por bach a una temperatura de 60 °C grados Celsius, 50 rpm por un tiempo de una hora y 30 minutos alcanzando una humedad final de 10,37 por ciento la cual es óptimo parar su almacenamiento.

Cuadro 9: Niveles de tiempo de secado y humedad.

N° Muestras	Tiempo de secado (horas)	Humedad (%)
1	0	33,86
2	0,20	30,38
3	0,40	25,23
4	1,00	18,63
5	1,20	10,56
6	1,30	09,78

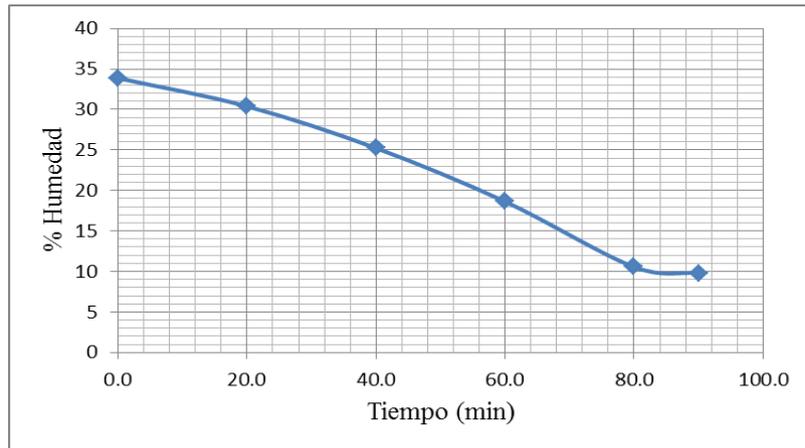


Figura 6: Evaluación del tiempo de secado en relación al % de humedad

4.2.2 Precocido

Se muestran los resultados de la precocción se realizó donde se controló la temperatura constante de 100 grados Celsius, velocidad 60 rpm y una por un tiempo de 10 minutos, el equipo procesa en bach de 5 Kg donde los muestras de los tratamientos son sometidas al proceso, obteniendo como resultado un grano precocido.



Figura 7: Se muestran los resultados de los tratamientos del precocido.

El precocción a 100 °C por 15 minutos, según Carrera (1995) nos afirma que la precocción mayor de 15 minutos resulta la pérdida de la estructura del grano. Es te fenómeno se explica, que por encima de los 55 °C los gránulos de almidón se hinchan por la absorción de agua de los grupos polares hidroxilo, en ese momento la viscosidad aumenta considerablemente por que los granos se adhiere unos a otros Cheftel (1976).

4.2.3 Molienda

Los resultados de la molturación por un molino de disco de la marca INOVA I.R.L, con la finalidad de obtener harina, con tamaño de partícula de 0,500 y 0,300 mm.

Se muestra el resultado del rendimiento en harina de quinua germinada precocida es de 87,7%, las características organolépticas finales de la harina de quinua precocida fue un producto homogéneo de color claro cómo se observa en Figura 10 con un sabor y olor característico en cocción, se puede decir listo para el consumo.

El rendimiento harinero de la harina de quinua precocido de 86,7% con una pérdida de 13,3% estuvo es tuvo cerca del rango 14,6% encontrado por Moreyra *et al.* (1996) en dos variedades de quinua Kancolla y Sajama.



Figura 8: Harina de quinua precocida

Las características organolépticas finales de la harina de quinua germinada precocida fue un producto homogéneo de color café claro cómo se observa en Figura 7 con un sabor y olor característico en cocción, Se puede decir listo para el consumo humano.

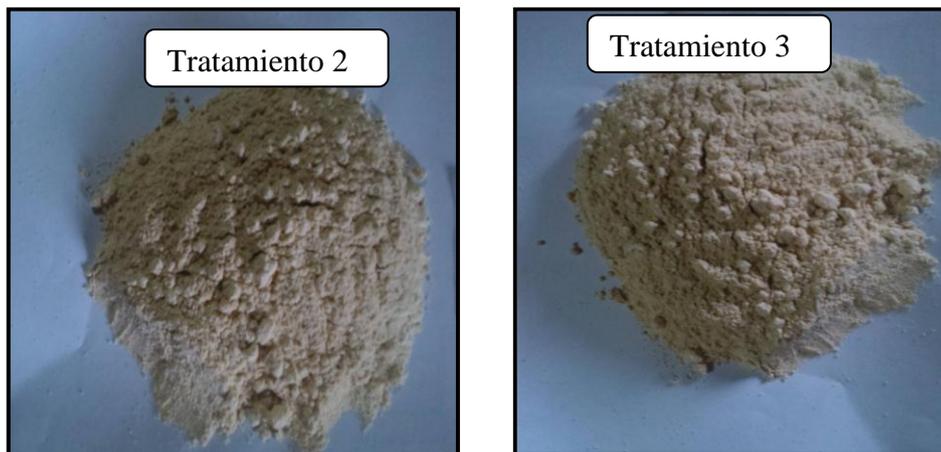


Figura 9: Harina de quinua germinada precocida

4.2.4 Resultados del análisis proximal de la harina de quinua germinada precocida.

Se muestran los resultados de cantidad de proteína mediante el análisis proximal de la harina de quinua germinada precocida de la variedad Blanca Junín, como se muestra en el Cuadro 9. Según la FAO, (1985) el contenido de proteínas de la quinua varía entre 11 a 21,3 g/100 g de porción comestible en la quinua, dependiendo de su variedad genética y la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo de suelo.

✓ Análisis proximal de los tratamientos 1 2 y 3

Una vez obtenido las muestras de los tratamientos que se observan en la figura 6 y 7, luego se realizaron el análisis proximal y evaluación, que fueron realizados por un servicio de la Empresa Sociedad de Asesoramiento Técnico S.AC.- Lima, el informe del ensayo se muestra en anexo 6, obteniéndose los resultados como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10: Cantidad de proteína en función del tiempo de germinación.

Tratamientos	Tiempo de germinación (h)	Proteína (%)	Humedad (%)
1	0	15,03	4.22
2	24	18.48	3.33
3	48	17.76	3.41

En el cuadro se observa que mediante la germinación hay un incremento de proteína total, esto se debe ser al aumento de nitrógeno total que se da durante la

germinación, coincidiendo con los resultados por Chen (1975), quienes demostraron que durante la germinación se da un incremento en el nitrógeno total.

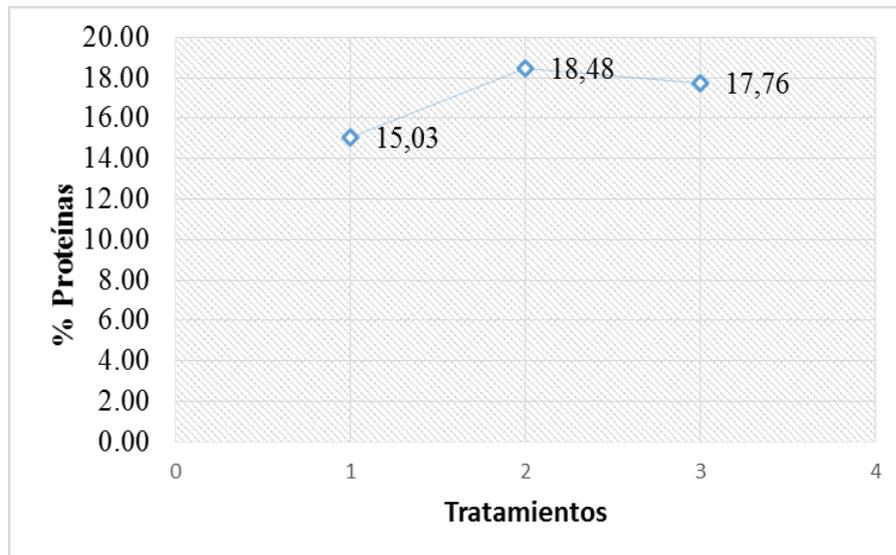


Figura 10: Se muestran la tendencia los tratamientos en relación a la concentración de proteína.

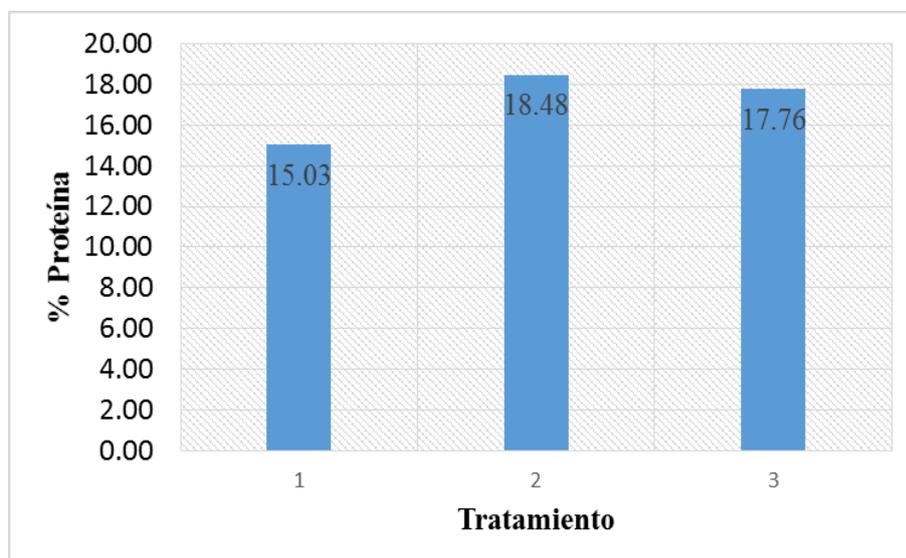


Figura 11: Gráficos de barra en donde se muestran los tres tratamientos en relación a la concentración de proteína.

En el figura 9 se observa que la tendencia de los tratamientos en relacion ala concentracion de la proteína, el tratamieto 2 fue seleccionado, la cual presena 18.48% de proteina mayor consentracion en relacion a los tratamientos evaluado, que fue remojada a 8 horas, germinada a 24 horas, una temperatura promedio 22°C, humedad realtiva 85% y precosida a la temperatura 100°C por un timpo de 10 minutos.

El contenido de la proteina de la harina de quinua germinada en 24 horas precocida 18.48% , este valor es alto si comparamos con el porcentaje reportado Pismag, (2009) el contenido de proteína del gano germinada en 24 horas fue 14,15 por ciento.

4.3 Formulación de las dietas a base de la quinua germinada precocida según los requerimientos nutricionales.

La dieta se preparará en base al análisis proximal de la harina quinua precocida y harina quinua germinada precocida de la variedad de la blanca Junín, que fueron realizados por un servicio en los laboratorio de Evaluación Nutricional de los Alimentos, del Departamento de Nutrición, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima. El informe del ensayo se muestra en anexo 7, como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 11: Análisis químico proximal de la harina de quinua Blanca Junín

Contenido	Harina de quinua blanca precocida	Harina de quinua blanca germinada precocida
	(%)	(%)
Humedad	2,20	3,33
Proteína (N x 625)	15,18	18,37
Grasa	7,12	6,68
Fibra	2,05	2,58
Ceniza	2,26	2,04
ELN	71,20	67,00

Se observa que el análisis, presenta mayor porcentaje de proteína la harina de quinua germinada de 18,37% g/100 g de porción comestible en comparación a la quinua sin germinar, como se muestra en la cuadro 11. La importancia de la quinua radica en la calidad de las proteínas, ya que tienen un alto contenido de proteínas comparado con otros cereales.

- a) La dieta I (harina de quinua precocida)
- b) La dieta II (harina de quinua germinada precocida).

4.3.1 Formulación de la dieta I (harina de quinua precocida)

Teniendo los análisis proximales de los tratamientos, y los requerimientos nutricionales de las ratas (NRC, 1995), empezamos a preparar las dietas como nos indica en el cuadro 13, dicha dieta tiene 10% de la proteína y 380 Kilocalorías.

Cuadro 12: Composición porcentual y valor nutritivo de la dieta I.

Ingredientes	Dieta I	
	Harina(quinua blanca precocido)	Ración en 1200g
	%	
Harina	66,31	795,72
Mezclas de sales minerales	4,00	48,00
Mezclas de vitaminas	5,00	60,00
Grasa vegetal	2,60	31,20
Azúcar	3,50	42,00
Maicena	14,65	175,80
Fibra	3,94	47,28
Total	100	1200

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Formulación de la dieta II (harina de quinua germinada precocida)

Una vez realizado el análisis de los tratamientos y teniendo las sales minerales y vitaminas empezamos a preparar las dietas como nos indica en el cuadro 14.

Cuadro 13: Composición porcentual y valor nutritivo de la dieta II

Ingredientes	Dieta II	
	Harina(quinua blanca germinada precocido)	Ración en 1200g
	%	
Harina	61,00	732,00
Mezclas de sales minerales	4,00	48,00
Mezclas de vitaminas	5,00	60,00
Grasa vegetal	3,00	36,00
Azúcar	7,50	90,00
Maicena	16,62	19,44
Fibra	2,88	34,56
Total	100	1200

Fuente: Elaboración propia

Los cuadros 12 y 13 nos indican la correcta administración de la proteína y la composición calórica como mínimo de 380 Kcal, en la ración diaria de las ratas

4.4 Resultados de la digestibilidad aparente y valor biológico de la calidad de la proteína en animales experimentales.

4.4.1 Digestibilidad aparente (Dap)

Los resultados de las dietas I y II, fueron preparadas teóricamente donde se muestra en el cuadro 13 y 14 con 10% de proteína y 380 Kcal. Las cuales fueron suministradas a las 6 ratas durante 7 días.

Utilizando los registros y datos de los experimentos en el laboratorio que se muestran en los anexos 3 4 y 5, obteniendo los resultados que se muestra el cuadro 15 de la digestibilidad aparente desarrolladas mediante las ecuaciones.

Cuadro 14: Digestibilidad aparente de las dietas

Variable	Dieta I (%)	Dieta II (%)
Digestibilidad Aparente (Dap)	75,55	81,19

La digestibilidad aparente de la dieta II resulto 81,19%, es mayor que la dieta I. El valor de 81,19% es un valor alto, es decir que 100 g de proteína administrados a las ratas experimentales 81,19 g han sido digeridos a su paso por el tubo gastrointestinal y la diferencia 18,81 g de nitrógeno son expulsado en las heces.

La digestibilidad no es el mismo para todos los nutrientes dentro de un mismo alimento y durante toda la etapa de su vida como lo presenta, Bondi (1986).

Para Nielsen (1991), las proteínas de la leguminosas normalmente presentan digestibilidad reducida cuando están en su estado nativo, la misma que es sustancialmente aumentada luego de un tratamiento térmico, lo cual es atribuido a la inactivación de factores anti nutricionales tales como inhibidores de proteasas y lecitinas.

En el presente experimento también se observó que el grupo de ratas que consumieron la dieta con harina de quinua precocida disminuyó el consumo.

El consumo de alimento en las ratas es reducido, debido a que la deficiencia de algún aminoácido esencial en la dieta, altera el patrón de aminoácidos sanguíneo por un mecanismo desconocido inhibe el apetito (Kumta et al, 1958).

En el anexo 12 se muestra la comparación estadística (Análisis de Varianza) de las dietas con respecto a la ganancia de peso

4.4.2 Valor biológico (VB)

Los resultados se muestran, utilizando los registros y de los anexos 4 y 5, tomados para obtener los valores del valor biológico, de los cuales se desarrollaron mediante las ecuaciones obteniendo los resultados de VB como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 15: Valor biológico de las dietas

Variable	Dieta I (%)	Dieta II (%)
Valor Biológico (VB)	56,76	70,73

Fuente: elaboración propia.

El resultados del valor bilógico de la dieta II es de 70,73%, este valor nos indica que de 100g de proteína absorbida 70,73g es retenido para la síntesis de tejidos que luego son utilizado para el crecimiento o mantenimiento, los 29,27g de proteína restantes no aprovechados fueron oxidado en la cual el nitrógeno es excretada por la orina en forma de urea.

Se tiene en cuenta que solamente las proteínas de la leche materna y el huevo tienen un valor biológico de 100, (Muños, 1980).

Bondi, (1989) cita un estudio para el crecimiento en cerdo, en el cual enumera el valor biológico de la proteína de la leche 95 – 97%.

El valor biológico de 56,76% obtenido en el grupo de ratas que consumieron la dieta I podría decirse que el consumo fue menor, debido a que la harina de la quinua precocido no tiene buenas características organolépticas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONESESES

De acuerdo con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las condiciones del desarrollo de la investigación del presente trabajo, se concluye que:

Los resultados de la evaluación del valor biológico de la proteína de la quinua germinada precocida en los animales experimentales se obtuvo un resultado favorable.

- ❖ Los parámetros encontrados para la harina de quinua germinada precocida fueron los siguientes: tiempo de remojo a 8 horas, tiempo de germinación de la quinua 24 horas a una temperatura promedio 22°C y una humedad relativa 85% alcanzando una concentración de proteína del 18,37%.
- ❖ El proceso de secado fue sometido a un secador rotativo a una temperatura de 60°C por un tiempo de una hora media hasta alcanzar una humedad menor a 12 %, estas condiciones nos permiten su conservación del producto.
- ❖ En la etapa de precocido influye bastante el control de la temperatura, el daño causado a la proteína es inversamente proporcional.
- ❖ Existe diferencia significativa en el resultado del análisis proximal, entre la harina de quinua precocida encontrando un valor de 15,18% y harina de quinua germinada precocida 18,37% de variedad Blanca Junín. Este valor es debido a la hidrólisis

que surge en los aminoácidos producto del proceso de germinación y la precocción de la muestra.

- ❖ La calidad proteica de la quinua germinada precocida presentó una digestibilidad aparente (DA) 81, 19% y el valor biológico (VB) 70,73 % la cual es aceptable el valor nutritivo, este resultado es a consecuencia de la hidrólisis de los aminoácidos, por el proceso de germinación y la gelatinización, que permitieron la disponibilidad biológica.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar el análisis microbiológico de la harina de quinua germinada precocida, para poder ver la inocuidad producto.
2. Realizar la evaluación del valor biológico de una combinación de proteínas de diferentes granos andinos como: amaranto, quinua y cañihua.
3. A partir de la mezcla alimenticia obtenida, hacer estudios en diversas presentaciones, para la preparación de los alimentos.
4. Realizar pruebas de almacenamiento de los germinados, temperatura de almacenamiento, vida en anaquel y empaques
5. Realizar un estudio de mercado, para determinar el grado de aceptación de la población, en las diferentes formulaciones y presentaciones con la harina de quinua germinada precocida.

VII BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA.

1. AOAC. (2005). Official methods of análisis of the Association of Official Analytical Chemists: Edited AOAC. Washington D.C. 800- 850 pp.
2. BUENDIA, B. 1981. Evaluation de la harineras industrials. Edit. Acribia-Zaragoza. España. 4ta. Edición.
3. BARCELÓ, COLL J. 2000. Fisiología Vegetal. Pirámide. S.A. Madrid-España 478-537 pp.
4. BONDI, A. 1989 "nutrición animal" Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.
5. BADUI, S., 2006, Química de los alimentos, 4^{ta} Edición, Ed. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, México. 714 pp.
6. BRESSANI, B. R. LERMAN K. J. 1977. Estudio sobre la digestibilidad de las proteínas de varias especies de leguminosas. Archivo Latinoamericano Nutrición (INCAP).
7. CHEN, L 1975. Germinated Seeds For Human Consumption. J. Food Sci. 40: 1290.
8. CARRERA P. 1995. Sustitución de la harina de trigo por quinua (*chenopodiun quinua*) precocida en la elaboración de pan. Tesis para optar el Título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
9. CECILIA Z. Z. 2011. Determinación biológica de la calidad proteica en harina de quinua extruida de la variedad negra collana. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno-Perú.
10. CHEFTEL J. 1976. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. Vol. I. Editorial Acribia. Zaragoza- España.

11. DE CLERK, J. 1962. Cours de Brasserie. Universite Louvain Intitut Agronomaine. (2a ed) Vol I Belgique.
12. EGGUN, P. 1973. Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España. 549 pp.
13. FENNEMA, OWEN. R. 1993. Química de los Alimentos Acribia S. A. Zaragoza, España. 81-100 pp.
14. F.A.O. Oficina Nacional para América latina y el caribe. 1985. Manual sobre utilización de los cultivos andinos subexplotados en la alimentación. Santiago de Chile.
15. GARCÍA, M. QUINTERO, R. LÓPEZ, A. 2004. Biotecnología de Alimentos. México: Limusa S.A.
16. GALLARDO, M.; GONZALES, A. y PONESSA, G. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa). Chenopodiaceae. Lilloa.
17. GOYOAGA, C. (2005). Germinated Seeds For Human Consumption. J. Food Sci. 25: 722.
18. GUZMÁN, C. Alvarado F. Ayala. 1981 ``Nutricion humana`` Instituto de Bioquimica y nutrición. Imprenta Cangallo. 2da. Edicion. Lima- Perú.
19. HOSENEY, R. 1991. Principio de Ciencia y Tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 320pp.
20. HEISER, C. y D. NELSON. 1974. On the Origen of the cultivated *Chenopods* (*Chenopodium*). Genetics 78: 503-505 pp
21. KUMTA, U. S., A.E HARPER 1958. Amino acid imbalance and nitrogen reition in adult. rats. J. Biology. Chem., 233:1500.

22. MEYER, V. 1976. Bioquímica de los Procesos Metabólicos. 2 ed. Editorial. Reverté, S.A. México. 406 pág.
23. MORON, C. (2001). Valor nutritivo y usos de la quinua. Ed. Acribia. Zaragoza. Chile.
24. MUÑOS, A, M 1980. Alimentación y Nutrición. Edit. Continental. Primera Edición, Lima – Perú.
25. MENHUAY, M. M. 1999. curso internacional de quinua, Lima – Perú.
26. MOURON, J. 1981. The maillard reaction in food; A critical review since the nutritional standpoint. Prog. Fd. Nutr. Sci. 5:5-35.
27. MITCHEL, A. L. 1924, Método de análisis de asimilación de la proteína. Edit. Limusa. Madrid-España.
28. MUJICA, A. y S.-E. JACOBSEN. 2001. Agrobiodiversidad de las "aynokas" de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la seguridad alimentaria. Proc. Seminario-Taller Agrobiodiversidad en la Región Andina y Amazónica, 24-25 November 1998, UNALM, Lima, Perú.
29. MUJICA, A.; IZQUIERDO, J.; PIERRE, J.; y JACOBSEN, SVEN-ERIK. 2000. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Ed. Red de Cooperación en Producción de Cultivos Alimenticios, Universidad Nacional Del Altiplano Escuela de Postgrado-Puno, Perú Santiago, Chile. pp. 290.
30. NATIONAL ACADEMY PRESS. 1995. Nutrient Requirements of Laboratory Animals. Washinton, DC.

31. NATIONAL RESERCH COUNCIL (NRC). 1995. Feed Indutry Red Book
National Academy of Science. Usa. Edition.NIELSEN E. 1991. Cultivos Andinos.
Pensilvania- USA.Journal of Nutrition. pp 203-207
32. ROBINSON, K. R. 1991.studies on utilization of lysinoalanine and lanthionine. J.
Nutrición. 110:920 – 915.
33. ROSARIO BRAVO, A. KATIA, V, ROBERTO. Investigaciones sobre especies
olvidadas subutilizadas, granos andinos. Resúmenes de tesis de trabajo de tesis de
maestría realizada en Bolivia y Perú (2001-2010)
34. REPO CARRASCO, R., C. ESPINOSA y S-E JACOBSEN. 2001. Valor
Nutricional y Usos de la Quinua (*Chenopodium quinoa*) y de la Kañihua
(*Chenopodium pallidicanle*). En Primer Taller Internacional sobre Quinua y
Kañihua. Ed. Proyecto Quinua CIP-DANIDA, Universidad Agraria la Molina,
Universidad Nacional del Altiplano. La Molina Lima, Perú
35. REPO CARRASCO, J. 1998. Introducción a la Ciencia Tecnologia de los Ceriales
y de Granos andinos. Ed. EDI- AGRARIA. Lima, Peru.
36. SCOTT, M.R., BAKER J. 1976. Nutrition of the Chicken.Vol.52
37. OTHÓN, S. S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales.
A. G. T. Editor S.A. México. 308-357 pp.
38. PALMER, G. y BATHGATE, G TONSON. 1975. Avances de la Ciencia y
Tecnología de los Cereales. Editado por Pomeranz.
39. PISMAG, P. 2009. ``Valor nutritivo de los alimentos`` Editorial Limusa. 4ta.
Edición. México.
40. TAPIA, M. 1997. Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la
Alimentación. Ed. FAO, Santiago, Chile.

41. TAPIA, M. (1979). *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos*: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA).
42. VALDEZ, A.Y. 1995. Obtención de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada malteada. Tesis FIAL. UNALM.
43. VILLACORTA, L. Y V. TALAVERA. 1976. Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Anales científicos. Vol. XIV: 39-45. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
44. VELÁSQUEZ C. P. 2003. Determinación de tres Parámetros de Malteo en Cultivares de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno-Perú. 96-97
45. VAN BERNEVELD, R. J, 1993. Nutritional and implication of proteins, the efecto of heating protein concentrates on the digestibility nd metabolism of lysine in growing. In Australia, pp. 201-212.

ANEXOS

ANEXO 1:

Elementos que conforman una jaula metabólica



Periodo de acostumbramiento de las dietas en las ratas



ANEXO 2
Jaulas metabólicas



ANEXO 3:

Control diario de los pesos, consumo de alimento para la dieta I Y II

DIETA I

N° de ratas	Peso inicial (g)	Aumento de peso por días (g)						Ganancia de peso en 7 días (g)	Consumo de alimento en 7 días (g)
		22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016		
1	53.0	54.3	54.9	56.9	56.5	56.7	57.8	4.80	33.89
3	57.6	57.0	57.6	57.0	57.9	57.5	59.2	1.60	27.55
5	59.6	60.2	51.0	62.4	61.5	62.0	62.0	2.40	27.55
7	52.4	52.9	52.6	52.5	52.7	53.4	52.0	-0.4	25.61
9	63.4	64.5	64.1	63.2	63.9	62.5	64.0	0.60	30.43
11	62.0	62.9	65.1	64.4	64.0	66.0	66.0	4.00	34.61
Total	348.0	351.8	345.3	356.4	356.5	358.1	361.0	13.4	179.6
Prom.	58.0	58.6	57.6	59.4	59.4	59.7	60.2	2.2	29.9

DIETA II

N° de ratas	Peso inicial (g)	Aumento de peso por días (g)						Ganancia de peso en 7 días (g)	Consumo de alimento en 7 días (g)
		21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016		
2	66.50	71.50	74.10	77.90	82.50	84.60	89.20	22.70	63.08
4	69.70	70.50	74.50	79.50	83.60	88.50	89.10	19.40	64.89
6	67.60	70.00	73.00	78.80	81.50	76.50	86.60	19.00	59.06
8	72.60	75.00	81.00	80.50	88.20	93.00	95.60	23.00	71.70
10	67.10	68.90	68.50	72.80	70.50	74.00	73.70	6.60	43.52
12	80.40	80.90	86.50	86.10	92.30	97.00	104.90	24.50	72.87
Total	423.90	436.80	457.60	475.60	498.60	513.60	539.10	115.20	375.12
Prom.	70.65	72.80	76.27	79.27	83.10	85.60	89.85	19.20	62.52

ANEXO 4

Control diario de los del alimento, residuo, desperdicio, orina y heces para el análisis de las pruebas de digestibilidad y valor biológico para la dieta I

RATA 1

Fecha Parámetro	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.56	14.2	14.03	15.1	15.72	15.28		84.89	33.89
Residuo (g)	3.97	8.16	5.28	8.1	9.46	8.75		43.72	
Desperdicio (g)	0.42	0.61	2	1.71	0.93	1.61		7.28	
Orina (ml)	1.56	5.5	4.7	5.5	4.8	5.4	2.27	29.73	
Heces (g)	1.12	1.01	1.75	0.98	1.16	0.93	0.23	7.18	

RATA 3

Fecha Parámetro	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.47	14.37	14.79	15.08	15.42	15.31		85.44	27.55
Residuo (g)	6.26	9.72	10.78	9.5	10.13	9.47		55.86	
Desperdicio (g)	0.27	0.12	0.3	0.16	0.82	0.36		2.03	
Orina (ml)	2.7	9.2	6.5	9	13.4	11.4	2.27	54.47	
Heces (g)	0.87	0.82	1.05	1.26	1.26	1.1	0.09	6.45	

RATA 5

Fecha Parámetro	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.02	14.23	14.45	15.12	15.38	13.31		82.51	35.03
Residuo (g)	2.53	8.1	7.2	7.15	8.15	7.39		40.52	
Desperdicio (g)	0.37	0.3	0.41	2.07	1.45	2.36		6.96	
Orina (ml)	1.16	7.5	6.2	6.1	3.4	2.6	0.76	27.72	
Heces (g)	1.79	1.01	1.35	1.32	1.34	1.05	0.29	8.15	

RATA 7

Fecha Parámetro	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.56	14.56	14.22	15.38	15.24	15.17		85.13	25.61
Residuo (g)	6.55	10.49	8.98	8.98	8.26	9.53		52.79	
Desperdicio (g)	0.16	0.18	1.71	1.47	1.59	1.62		6.73	
Orina (ml)	2.8	10	8.1	9.4	11.4	9.9	0.77	52.37	
Heces (g)	0.44	1.18	0.69	0.98	1.11	0.66	0.19	5.25	

RATA 9

Fecha Parámetro	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.29	14.2	14.2	15.23	15.5	15.3		84.72	30.43
Residuo (g)	4.33	8.86	9.29	9.17	10.47	7.5		49.62	
Desperdicio (g)	0.19	0.16	0.29	0.59	0.96	2.48		4.67	
Orina (ml)	1.5	5.3	4.2	5.2	3	3.2	0.77	23.17	
Heces (g)	0.86	0.92	0.91	1.26	1.04	0.62	0.19	5.80	

RATA 11

Fecha Prámetro	22/01/1900	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	27/01/2016	28/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	9.6	14.1	14.75	15.09	15.7	15.2		84.44	34.61
Residuo (g)	3.03	7.46	9.03	9.37	9.86	10.12		48.87	
Desperdicio (g)	0.29	0.19	0.18	0.09	0.1	0.11		0.96	
Orina (ml)	2	6.9	5.9	7.4	7.1	7.5	3.2	40.00	
Heces (g)	0.85	1.48	1.92	1.62	1.24	0.99	0.06	8.16	

ANEXO 5

Control diario de los del alimento, residuo, desperdicio, orina y heces para el análisis de las pruebas de digestibilidad y valor biológico para la dieta II

RATA 2

Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01r/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.05	13.16	14.13	14.47	14.22	15.84		81.87	63.08
Residuo (g)	0.29	3.33	3.87	3.48	1.64	3.71		16.32	
Desperdicio (g)	0.20	0.31	0.32	0.26	0.79	0.59		2.47	
Orina (ml)	2.83	8.40	10.00	9.20	9.00	9.00	2.80	51.23	
Heces (g)	2.35	2.46	2.11	2.31	3.46	2.67	0.67	16.03	

RATA 4

Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	11.59	13.76	14.1	14.31	14.57	15.61		83.94	64.89
Residuo (g)	1.78	2.03	3.29	3.07	0.66	3.37		14.20	
Desperdicio (g)	0.79	1.14	0.73	0.69	0.73	0.77		4.85	
Orina (ml)	3.80	10.4	11.4	11	14.9	12	4.03	67.53	
Heces (g)	2.07	2.33	1.84	2.56	3.39	4.02	0.51	16.72	

RATA 6

Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	11.52	13.56	14.66	14.61	14.72	15.52		84.59	59.06
Residuo (g)	1.37	2.73	3.77	3.24	9.73	2.14		22.98	
Desperdicio (g)	0.24	0.28	0.22	0.73	0.41	0.67		2.55	
Orina (ml)	3.83	11.8	13.2	11.9	3.1	14.9	4.8	63.53	
Heces (g)	2.13	2.72	2.18	2.24	0.92	3.23	0.66	14.08	

RATA 8

Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	10.18	13.84	14.28	14.85	15.04	15.37		83.56	71.70
Residuo (g)	0.23	0.87	4.64	1.54	0.51	2.1		9.89	
Desperdicio (g)	0.12	0.48	0.18	0.29	0.44	0.46		1.97	
Orina (ml)	3.73	12.00	11.2	15.4	15	16.5	3.9	77.73	
Heces (g)	1.38	2.75	3.24	2.71	4.08	3.54	0.68	18.38	

RATA 10

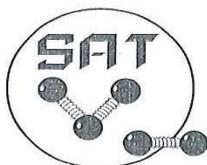
Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	11.39	13.97	14.33	14.37	15.13	15.62		84.81	43.52
Residuo (g)	3.86	6.82	6.2	8.26	6.43	8.59		40.16	
Desperdicio (g)	0.45	0.30	0.12	0.08	0.08	0.1		1.13	
Orina (ml)	2.23	8.30	8.8	10.9	15.1	9.7	2.6	57.63	
Heces (g)	1.05	2.16	1.92	1.35	2.06	1.62	0.14	10.30	

RATA 12

Fecha Parámetro	20/01/2016	21/01/2016	22/01/2016	23/01/2016	24/01/2016	25/01/2016	26/01/2016	Total (g)	consumo (g)
Alimento (g)	11.19	13.45	14.03	14.38	15.47	15.3		83.82	72.87
Residuo (g)	0.73	0.33	4.95	1.49	0.03	0.03		7.56	
Desperdicio (g)	0.24	0.76	0.11	0.56	1.03	0.69		3.39	
Orina (ml)	2.33	9.5	9.6	14.9	13.5	16.3	3.33	69.46	
Heces (g)	2.43	2.98	2.12	2.63	3.98	3.46	0.93	18.53	

ANEXO 6

INFORME DEL ENSAYO REALIZADO POR EMPRESA SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.AC.- LIMA



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-06517-01-2015

PRODUCTO : Quinua blanca cocido - Muestra 1
SOLICITADO POR : Soluciones Avanzadas en Agronegocios - Wiracocha del Perú S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. Aviación Nro. 271 Urb. Jardín - Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-12-03
FECHA DE ANÁLISIS : 2015-12-05
FECHA DE INFORME : 2015-12-10
SOLICITUD N° : SDT-12089-2015

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en granos / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente sellada, con sticker.
CANTIDAD DE MUESTRA : 400 Gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	1,97 Base Húmeda 2,05 Base Seca
(*) Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	14,42 Base húmeda 15,03 Base seca

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INDECOPI-SNA

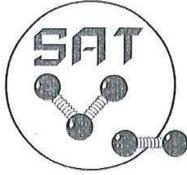
MÉTODOS

(*) Fibra cruda : NTP 205.003 (1980) (Revisada 2011) Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda
(*) Proteína total : NTP 205.005:1979 (Revisada el 2011) / AD 1:2012. Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.


QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERRERÓS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE Nº 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-06517-02-2015

PRODUCTO : Quinoa blanca germinada cocido - Muestra 2
SOLICITADO POR : Soluciones Avanzadas en Agronegocios - Wiracocha del Perú S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. Aviación Nro. 271 Urb. Jardín - Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-12-03
FECHA DE ANÁLISIS : 2015-12-05
FECHA DE INFORME : 2015-12-10
SOLICITUD Nº : SDT-12089-2015

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en granos / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente sellada, con sticker.
CANTIDAD DE MUESTRA : 400 Gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	2,43 Base Húmeda 2,58 Base Seca
(*) Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	17,42 Base húmeda 18,48 Base seca

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INDECOPI-SNA

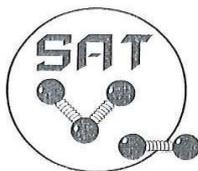
MÉTODOS

(*) Fibra cruda : NIP 205.003 (1980) [Revisada 2011] Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda
(*) Proteína total : NIP 205.005:1979 [Revisada el 2011] / AD 1:2012. Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

Clotilde Huapaya
QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: salperu@salperu.com / Página web: www.salperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-06517-03-2015

PRODUCTO : Quinoa blanca germinada cocido - Muestra 3
SOLICITADO POR : Soluciones Avanzadas en Agronegocios - Wiraccocha del Perú S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. Aviación Nro. 271 Urb. Jardín - Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-12-03
FECHA DE ANÁLISIS : 2015-12-05
FECHA DE INFORME : 2015-12-10
SOLICITUD N° : SDT-12089-2015

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en granos / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente sellada, con sticker.
CANTIDAD DE MUESTRA : 400 Gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	2,54 Base Húmeda 2,69 Base Seca
(*) Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	16,77 Base húmeda 17,76 Base seca

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INDECOPI-SNA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda
(*) Proteína total

: NTP 205.003 (1980) (Revisada 2011) Cereales y Menestros. Determinación de la fibra cruda

: NTP 205.005:1979 (Revisada el 2011) / AD 1:2012. Cereales y Menestros. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.


QUIM CLOTILDE HUAPAYA HERREIROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296



ANEXO 7

INFORME DEL ENSAYO REALIZADO POR EL LABORATORIO DE
EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS, DEL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN, DE LA FACULTAD DE ZOOTECNIA DE
LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA –LIMA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
INFORME DE ENSAYO LENA N° 0112/216
FACULTAD DE ZOOTECNIA – DEPARTAMENTO
ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE
ALIMENTO

Av. La Molina s/n - La Molina

TELEFAX 3480830

RESULTADOS FINALES

INFORME DE ENSAYO LENA N° EB16-0101

SOLICITANTE MOHAMET ROLANDO, ELGUERA PRADO
MUESTRAS Harina de quinua blanca pecocida
Harina de quinua blanca germinada pecocida

PARAMETROS	MUESTRAS	
	Harina de quinua blanca pecocida	Harina de quinua blanca germinada pecocida
Número de animales	6	6
Peso inicial (g)	58.00	70.65
Peso final (g)	60.17	89.85
Ganancia de peso (g)	2.17	19.20
Alimento consumido (g)	31.50	62.47
Materia seca de alimento (%)	92.34	93.92
Nitrógeno en alimento (%)	1.56	1.61
Nitrógeno ingerido (g) NI	0.49	1.01
Promedio de heces excretadas (g)	6.83	15.68
Materia seca de heces (%)	61.37	53.32
Nitrógeno en heces (%)	1.80	1.22
Nitrógeno excretado en heces (g) NF	0.12	0.19
Densidad de la orina	1.01	1.01
Promedio de orina excretadas (ml)	38.20	64.52
Promedio de orina excretada (g)	38.70	65.43
Nitrógeno en orina (%)	0.42	0.36
Nitrógeno excretado en orina (g) UN	0.24	0.16

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo con dieta proteica.

NF = Nitrógeno excretado en heces del grupo de alimento con dieta proteica

NU = Nitrógeno excretado en orina del grupo de alimento con dieta proteica


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos

La Molina, 20 de febrero del 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA – DEPARTAMENTO
ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE
ALIMENTO

Av. La Molina s/n - La Molina
TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0112/2016

CLIENTE : MOHAMET ROLANDO, ELGUERA PRADO
NOMBRE DEL PRODUCTO : 02 Muestras de Harina Quinua Precocida
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE ANALISIS : 15-01-2016
CANTIDAD DE MUESTRA : Indicados en la tabla
PRESENTACION : Muestras en bolsas de polietileno
IDENTIFICACION : AQ16-0112/01-02
RESULTADO DE NALISIS QUÍMICO

CÓDIGO	AQ16-0112/01	AQ16-0112/02
MUESTRA	Harina de quinua blanca pecocida	Harina de quinua blanca germinada pecocida
PESO (gramos)	425	403
a. HUMEDAD, %	2,20	3,33
b. PORTEÍNA TOTAL (N x 625), %	15,18	18,37
c. GRASA, %	7,12	6,68
d. FIBRA CRUDA, %	2,05	2,58
e. CENIZA, %	2,26	2,04
f. ELN ¹ , %	71,20	67,00

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

Métodos utilizados:

AOAC (2005), 950.46

AOAC (2005), 984.13

AOAC (2005), 203.05

AOAC (2005), 962.09

AOAC (2005), 942.05

Atentamente

La Molina, 12 de Enero del 2016


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



ANEXO 8

Se muestra las preparación de la dietas, administración de la ración diaria.



ANEXO 9

Control del peso diario de los ratas, recolección de la orina y heces de los tratamientos



ANEXO 10

Inicio de recolección de heces coloreadas con antocianina.



ANEXO 11

PRODUCCIÓN DE QUINUA BLANCA JUNIN, CAMPAÑA AGRÍCOLA 2014-2015

LISTA DE PRODUCTORES CONSIDERADOS EN EL PROCESO DE EXPORTACIÓN

LOTE - QB0064 – 0715

N ^o	Numero de parcelas	Nombre del agricultor	Materia prima	Fecha de cosecha
1	WATsb - AMG1	Alicia Mendes Godoy	1850.00	jul-15
2	WATsb - AMG2	Alicia Mendes Godoy	832.00	jul-15
3	WATñy-AMG	Maria Vallejo Yupamqui	1200.00	jul-15
4	WATñy-ATC	Alfredo Tapia De la Cruz	700.00	jul-15
5	WATñy-JCT	Julian Ccorahua Tacori	1350.00	jul-15
6	WATñy-LRM	Lidia Rua Muños	1164.00	jul-15
7	WATñy-YYM	Yolanda Yupanqui Medrano	959.00	jul-15
8	WATñy-CHM	Claudia Huaman Medrano	567.00	jul-15
9	WATc-NQH	Nilda Quispe Huamani	1167.00	jul-15
10	WATc-MVY	Maria Vallejo Yupanqui	1354.00	jul-15
11	WATc-WVY	Walter Vaque Ochoa	1600.00	jul-15
12	WATc-GQF	Gladis Quispe Flores	564.00	jul-15
13	WATc-EDR	Epifanio Dipaz Rua	765.00	jul-15
14	WATc-MDV	Mauro Dipas Vega	1345.00	jul-15
15	WATc-PPC	Pepe Prado Cisneros	1157.00	jul-15
16	WATc-VCC	Victor Coronel Ccanco	1490.00	jul-15
17	WATsb-SCG	Sonia Cuba Gomez	689.00	jul-15
18	WATsb-EMN	Eva Morote Nieto	456.00	jul-15
19	WATsb-EMG	Emiliano Martinez Gutierrez	606.00	jul-15
20	WATsb-JPB	Justina Palomino Badajos	415.00	jul-15
21	WATsb-MMP	Moises Mitacc Pariona	1342.00	jul-15
22	WATsb-CFL	Carlos O. Fernandez Lujan	768.00	jul-15
Total			22340.00	

.....
 JEFE DE PRODUCCION
 Nilda Vendizú

ANEXO 12

Análisis estadísticos de la ganancia de peso por efecto de las dietas

Sistema SAS

Obs	DIETA	REP	GPESO
1	d1	1	4.8
2	d1	2	1.6
3	d1	3	2.4
4	d1	4	-0.4
5	d1	5	0.6
6	d1	6	4.0
7	d2	1	22.7
8	d2	2	19.4
9	d2	3	19.0
10	d2	4	23.0
11	d2	5	6.6
12	d2	6	24.5

Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
DIETA	2	d1 d2

Número de observaciones leídas 12
 Número de observaciones usadas 12
 Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: GPESO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	870.403333	870.403333	37.30	0.0001
Error	10	233.333333	23.333333		
Total corregido	11	1103.736667			

R-cuadrado 0.788597 Coef Var 45.21490 Raíz MSE 4.830459 GPESO Media 10.68333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
DIETA	1	870.4033333	870.4033333	37.30	0.0001

Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GPESO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	10
Error de cuadrado medio	23.33333
Valor crítico del rango estudentizado	3.15106
Diferencia significativa mínima	6.214

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Agrupamiento		Media	N	DIETA
Tukey				
A	19.200	6	d2	
B	2.167	6	d1	

ANEXO 13
Gráfico Psicométrico

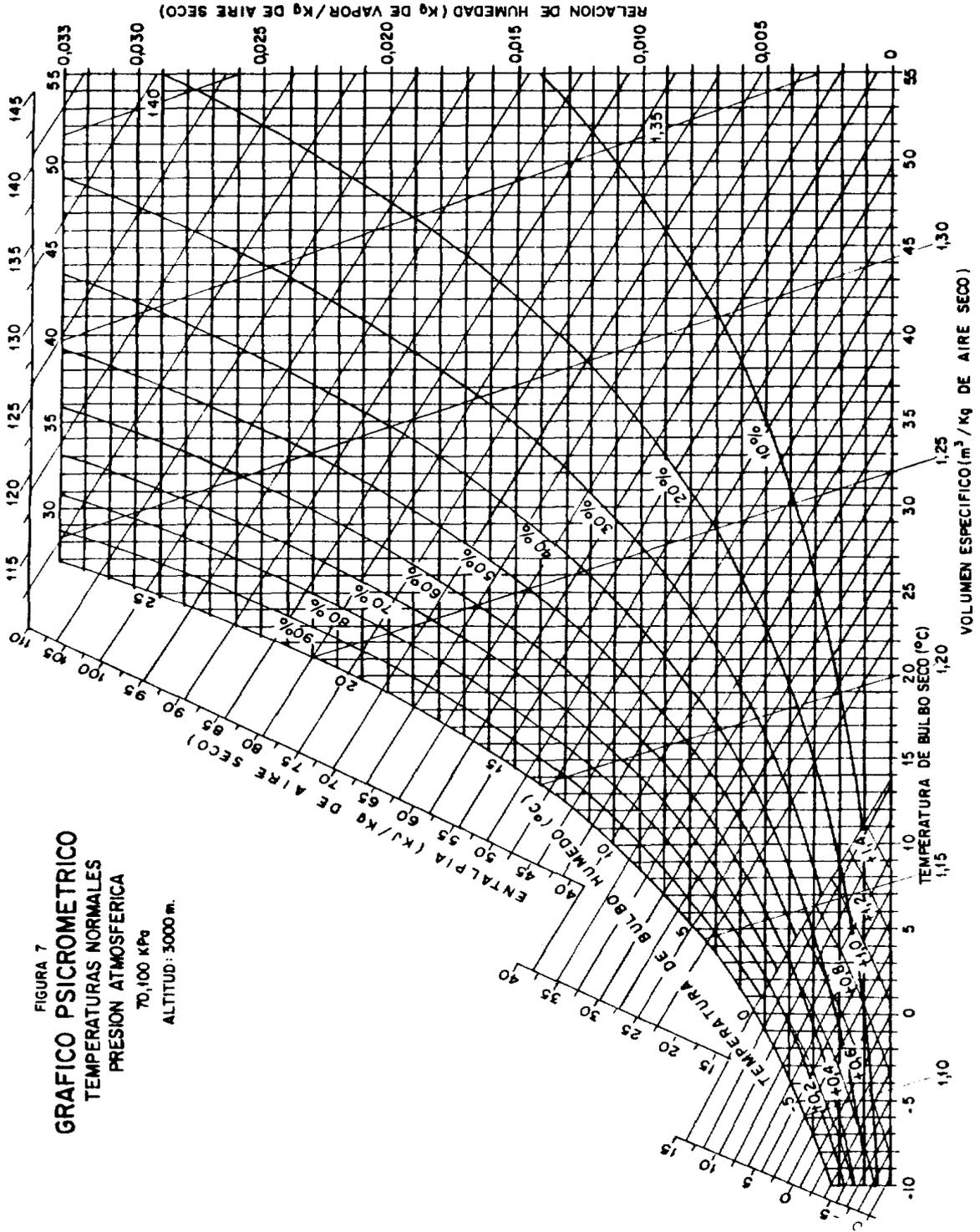


FIGURA 7
GRAFICO PSICOMETRICO
TEMPERATURAS NORMALES
PRESION ATMOSFERICA
70,100 kPa
ALTITUD: 3000 m.

ANEXO 14

Mezclas de sales minerales y vitaminas

Mezclas de vitaminas	g/Kg.
Riboflamina	0,3
Tiamina	0,25
Pantotenato de Ca	12,00
Niacina	2,00
Cloruro de Colina	12,00
Inusitol	12,50
Ac. Paraminobenzoico	12,00
Vitamina E 25%	16,80
Cianocobalamina	0,001
Biotina	0,01
Ac. Fólico	0,10
Piridina	0,20
Menadionina	0,25
Mezclas de Vit. A,D3 y E	10,00

Mezclas de sales minerales	g/Kg.
Sulfato de Aluminio	0,17
Carbonato de Calcio	542,93
Sulfato de Cobre	0,90
Fosfato Férrico	20,50
Carbonato de Mg	16,00
Yoduro de Potasio	0,11
Cloruro de Potasio	112,00
Fosfato de Na Monobásico	212,00
Fluoruro de Sodio	1,00
Sulfato de Manganeso	0,39
Cloruro de Sodio	69,00