

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DOS BEBIDAS PROTEICAS,
UNA A BASE DE QUINUA MALTEADA Y LA OTRA A BASE DE
QUINUA SIN MALTEAR (Chenopodium quinoa)**

TESIS

Presentada por:

Bach. Yenny Cecilia Alvarez Carita

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TESIS

**“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DOS BEBIDAS
PROTEICAS, UNA A BASE DE QUINUA MALTEADA Y LA OTRA A
BASE DE QUINUA SIN MALTEAR (*Chenopodium quinoa*)”**

**Tesis sustentada y aprobada el día 10 de octubre del 2012; estando
el Jurado Calificador conformado por:**

PRESIDENTE:

Dra. Liliana Lanchipa Bergamini

SECRETARIO:

Mgr. Luis Alberto Marín Aliaga

VOCAL:

Mgr. Marcial Alfredo Castillo Cohaila

ASESOR:

MSc. Samuel Cerro Ruiz

DEDICATORIA

A Dios por ser el guía de mi vida.

A mis padres por todo su amor y esfuerzo.

A mi hermano Adriel por todo su apoyo.

A mis amigos y compañeros de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias por los conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

Al MSc. Samuel Cerro Ruiz por su asesoramiento en la dirección del presente trabajo de investigación.

Al Técnico de Laboratorio de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Guillermo Salazar Castro, por su valiosa colaboración.

Al Técnico de Laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Melquiades Herrera Arivilca, por su apoyo en la realización de los ensayos experimentales del presente trabajo de investigación.

A la responsable del Laboratorio de Control de Calidad de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por su valiosa colaboración y dirección en la realización de los análisis microbiológicos del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Generalidades de la quinua	3
2.1.1 Origen e importancia de la quinua	3
2.1.2 Clasificación botánica	4
2.1.3 Descripción de la planta	4
2.1.4 Desarrollo fenológico	6
2.1.5 Plagas y enfermedades que afectan a la quinua	8
2.1.6 Características del cultivo	8
2.1.7 Variedades de quinua	9
2.1.8 Producción de quinua en el Perú	12
2.1.9 Composición química del grano de quinua	13
2.1.10 Factores antinutricionales de la quinua	17
2.1.10.1 Saponina	18
2.1.10.2 Niveles de saponina en la quinua	18
2.1.10.3 Efectos de la saponina	19
2.1.10.4 Técnicas de desaponificado de la quinua	20
2.2 Generalidades del malteado	22
2.3 Malteado	22
2.4 Etapas del procesamiento tecnológico en el malteado	23
2.5 Cambios químicos ocurridos durante el malteo	30
2.6 La malta y los extractos de malta en industrias distintas de la elaboración de cerveza	33
2.7 Propiedades nutritivas de la malta como bebida	34

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1	Lugar de ejecución	36
3.1.1	Materiales	37
3.1.2	Materia prima	37
3.1.3	Insumos	37
3.2	Materiales y equipos	37
3.2.1	Materiales e instrumentos de laboratorio	37
3.2.2	Equipos de laboratorio	39
3.2.3	Medios de cultivo	40
3.2.4	Reactivos	40
3.3	Metodología	41
3.3.1	Análisis de calidad de la materia prima	41
3.3.1.1	Análisis proximal	41
3.3.1.2	Análisis físicos	46
3.3.1.3	Análisis fisicoquímicos	47
3.3.1.4	Análisis microbiológicos	48
3.3.2	Pruebas preliminares del proceso de malteo	49
3.3.3	Proceso de malteo general	50
3.3.4	Elaboración del producto	50
3.3.5	Balance de masa	55
3.3.6	Análisis de calidad del producto terminado	56
3.3.6.1	Análisis proximal	56
3.3.6.2	Análisis fisicoquímicos	56
3.3.6.3	Análisis microbiológicos	56
3.3.6.4	Análisis sensorial	58
3.4	Diseño experimental	58
3.4.1	Proceso de malteo	59
3.4.2	Evaluación sensorial	63

IV.	HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	66
4.1	Formulación de la hipótesis	66
4.2	Identificación de variables e indicadores	66
4.2.1	Variables	66
4.2.2	Indicadores	67
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
5.1	Análisis de calidad de la materia prima	68
5.1.1	Análisis físicos	68
5.1.2	Análisis proximal	70
5.1.3	Análisis fisicoquímicos	75
5.1.4	Análisis microbiológicos	77
5.2	Pruebas preliminares en el proceso de malteo	78
5.2.1	Etapa de remojo	78
5.2.2	Etapa de germinación	80
5.2.3	Etapa de secado de la malta	82
5.3	Elaboración del producto terminado	82
5.4	Balance de masa del producto terminado	83
5.5	Análisis de calidad del producto terminado	86
5.5.1	Análisis proximal	86
5.5.2	Análisis fisicoquímicos	89
5.5.3	Análisis microbiológicos	90
5.5.4	Análisis sensorial	91
VI.	CONCLUSIONES	95
VII.	RECOMENACIONES	98
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
	ANEXOS	110

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro 1	Cultivares de quinua a nivel nacional	11
Cuadro 2	Composición del grano de quinua (g/100g)	13
Cuadro 3	Composición de carbohidratos en tres variedades de quinua (% B.S.)	15
Cuadro 4	Contenido de minerales y vitaminas en el grano de quinua comparada con otros cereales (mg/100g de M.S.)	17
Cuadro 5	Enzimas generadas durante el proceso de germinación	27
Cuadro 6	Aminoácidos del grano de quinua antes y después del malteo (g/100g de M.S.)	31
Cuadro 7	Composición química de la malta de quinua comparada con la malta de cebada (g/100 g M.S.)	32
Cuadro 8	Factores específicos de Atwater	46
Cuadro 9	Características de calidad del grano de quinua	68
Cuadro 10	Energía y capacidad de germinación	69
Cuadro 11	Composición proximal de la quinua, quinua germinada y malta de quinua (g/100g)	70
Cuadro 12	Comparación de la composición proximal de la quinua y malta de quinua con otros autores (g/100g)	72
Cuadro 13	Determinación del % de saponinas de la quinua	75
Cuadro 14	Determinación de acidez titulable y pH de la harina de quinua	76
Cuadro 15	Análisis microbiológico del grano de quinua	77
Cuadro 16	Ganancia de humedad de la quinua durante la etapa de remojo	78

Cuadro 17	Contenido de azúcares reductores producidos durante la etapa de germinación	80
Cuadro 18	Composición proximal de las dos bebidas proteicas (g/100g)	86
Cuadro 19	Comparación de la composición proximal de las dos bebidas proteicas con otras bebidas (g/100g)	88
Cuadro 20	Determinación de acidez titulable y pH de las dos bebidas proteicas	89
Cuadro 21	Análisis microbiológicos del producto terminado	91
Cuadro 22	Resultados de la evaluación sensorial	94

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Estructura del grano de quinua	5
Figura 2	Desarrollo fenológico de la quinua y su relación con las plagas	8
Figura 3	Estadísticas de producción de quinua por departamentos	12
Figura 4	Diagrama de flujo de procesamiento para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada	51
Figura 5	Diagrama de flujo de procesamiento para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua sin maltear	52
Figura 6	Diagrama experimental aplicado al proceso de malteo	62
Figura 7	Diagrama experimental aplicado en la evaluación sensorial	65
Figura 8	Balance de masa para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada	84
Figura 9	Balance de masa para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua sin maltear	85
Figura 10	Prueba de germinación	134
Figura 11	Proceso de malteado	134
Figura 12	Determinación de azúcares reductores	134
Figura 13	Obtención del producto terminado	135
Figura 14	Análisis microbiológicos	135

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1	Factores de conversión de nitrógeno en proteínas	111
Anexo 2	Método de Fehling	112
Anexo 3	Factores específicos de Atwater para alimentos	113
Anexo 4	Método SAP-ON para la determinación de saponinas	114
Anexo 5	Ficha de evaluación organoléptica	115
Anexo 6	Tablas peruanas de composición de alimentos	116
Anexo 7	Requisitos que deben cumplir las harinas	117
Anexo 8	Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano	118
Anexo 9	Análisis de varianza en la etapa de remojo	119
Anexo 10	Análisis de varianza en la etapa de germinación	120
Anexo 11	Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (olor)	121
Anexo 12	Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (olor)	122
Anexo 13	Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (color)	123
Anexo 14	Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (color)	124
Anexo 15	Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (sabor)	125
Anexo 16	Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (sabor)	126
Anexo 17	NTP 205.036 (1982). Quinua y Cañihua	127
Anexo 18	Figuras complementarias del trabajo de investigación realizado	134

RESUMEN

El presente trabajo de investigación estuvo orientado a elaborar y caracterizar dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*) mediante análisis proximales, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Se empleó quinua de la variedad Blanca de Junín procedente del INIA-Cusco. La evaluación sensorial fue realizada mediante el Test de Preferencia de la Escala Hedónica.

Se aplicaron diseños experimentales en el proceso de malteo de la quinua y evaluación sensorial de los productos terminados. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza a un $\alpha = 5\%$.

La caracterización de la quinua reportó: bajo contenido de saponina ($< 0,06\%$), alto poder germinativo ($> 90\%$), % acidez = 0,16, pH = 3,95, buena calidad sanitaria y una composición proximal de: humedad 13,49%, proteínas 10,23%, lípidos 6,28%, cenizas 2,56%, fibra 2,80% y carbohidratos 67,44%.

El malteo de la quinua reportó como condiciones óptimas un tiempo de 4 h y cantidad de agua de 1:1,5 en relación grano: agua, en la etapa

de remojo; y un tiempo de 3 días en la etapa de germinado. Alcanzándose un alto grado de germinación y una mayor conversión de azúcares reductores (5,11%). El malteo elevó el valor nutricional de la malta de quinua; siendo esta igual a: humedad 7,02%, proteínas 10,59%, lípidos 6,62%, cenizas 2,80%, fibra 2,82% y carbohidratos 72,97%.

La caracterización de las bebidas proteicas reportó en promedio: % acidez = 0,20, pH = 4,025, buena calidad sanitaria y una composición proximal de humedad 87,35%, proteínas 0,81%, lípidos 0,51%, cenizas 0,21%, fibra 0,21% y carbohidratos 11,13%.

Se detectaron diferencias significativas entre ambas bebidas con relación al color, olor y sabor; resultando la bebida proteica a base de quinua malteada la de mayor aceptación.

Ambas bebidas proteicas presentaron características nutricionales, microbiológicas y sensoriales aceptables. Lo que demuestra que pueden ser empleadas como una alternativa en la alimentación.

Palabras clave: Quinua, proceso de malteo, malta de quinua.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es una planta oriunda de los Andes. La semilla de quinua es el fruto maduro de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal; presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma (Repo-Carrasco, 1992).

El tamaño de la semilla puede variar de 1,5 a 2,6 mm de diámetro dependiendo de la variedad, como también su color (Mujica, 1993). Entre sus características más importantes se pueden señalar: su rápida germinación, la presencia de saponina en la superficie del grano y su alta cantidad y calidad de proteínas; reportando un mayor PER que el maíz, trigo, arroz, centeno, cebada, avena, sorgo entre otros (Tapia, 1990; Repo-Carrasco, 1995).

En la actualidad existe una preocupación por el consumo masivo de bebidas analcohólicas, tales como las gaseosas, refrescos y jugos; estas bebidas son elaboradas con materias primas sintéticas, como acidulantes, saborizantes, estabilizantes, colorantes y preservantes. Por lo general, estas bebidas contienen altos niveles de azúcar, no aportan nada y por el contrario representan un gran riesgo para la salud. En este contexto, la quinua por la importancia nutricional que posee, puede ser empleada

como una alternativa en la producción de bebidas refrescantes, como la elaboración de dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear que proporcionen los requerimientos nutricionales necesarios para mantener una dieta equilibrada y saludable. Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general elaborar y caracterizar dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear y como objetivos específicos: realizar la caracterización química de la quinua, establecer los parámetros y los flujos de procesamiento adecuados en la elaboración de las dos bebidas proteicas y evaluar las características químicas, microbiológicas y sensoriales de ambas bebidas proteicas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GENERALIDADES DE LA QUINUA

2.2 ORIGEN E IMPORTANCIA DE LA QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa*) se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7000 años por culturas pre incas e incas. Históricamente la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4000 m, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2500 m – 3800 m con una precipitación pluvial anual entre 250 mm y 500 mm y una temperatura media de 5 °C - 14 °C. En América Latina, Bolivia es el país con mayor exportación como quinua orgánica a USA y países europeos (Mujica y Jacobsen, 1999).

Por la importancia que posee este grano andino, existen bancos de germoplasma en diferentes instituciones tales como el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, y el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Cusco que posee un total de 3000 accesiones, procedentes de diferentes condiciones agroecológicas (Mujica y Jacobsen, 1999).

2.2.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

De acuerdo a Bambrilla (1972), citado por Ríos y Kamishikiriyo (1977), se tiene la siguiente clasificación botánica:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerogramas
Clase	: Angiospermas
Sub clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Centrospermas
Familia	: Quenopodiáceas
Género	: Chenopodium
Especie	: Chenopodium quinoa

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta de la quinua (*Chenopodium quinoa*) puede llegar a medir entre 0,5 m y 3,5 m de altura, dependiendo de la variedad y piso ecológico donde se cultive, su tallo puede ser recto o ramificado, de color variable. La espiga de la quinua, denominada panoja, tiene entre 15 cm y 70 cm, puede llegar a tener un rendimiento de 220 g de granos por panoja. Las semillas o granos pueden ser blancos, café, amarillos, grises, rosados, rojos o negros (Repo-Carrasco, 1988).

El pericarpio del fruto está pegado a la semilla, presenta alveolos, a su vez el grano o semilla, que es un dicotiledón, está envuelto por el episperma (casi adherido). El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma, tal como se ilustra en la Figura 1.

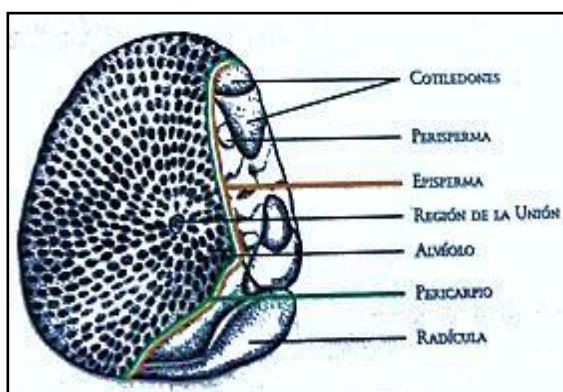


Figura 1: Estructura del grano de quinua.

Fuente: Villacorta y Talavera, 1976.

El episperma ha sido estudiado por Villacorta y Talavera (1976), quienes describen cuatro capas:

- Una capa externa que determina el color amarillo de la semilla de superficie rugosa, quebradiza y seca. Se desprende fácilmente con agua caliente (80 °C - 100 °C). En esta capa se ubica la saponina.
- La segunda capa difiere de la primera en el color y solo es observable cuando la primera es translúcida.

- La tercera capa es una membrana delgada, opaca y ligeramente amarilla.
- La cuarta capa es translúcida y está formada por una hilera de células que cubre el embrión.

2.2.3 DESARROLLO FENOLÓGICO

Las etapas fenológicas definen los diferentes estados de desarrollo del ciclo biológico de la planta. El desarrollo fenológico de la quinua según Ortiz y Zanabria (1979), comprende de 6 fases:

Fase I: Incluye la salida de los cotiledones, es decir hasta los 30 días después de la siembra.

Fase II: Se inicia desde que la planta tiene una hoja verdadera hasta tener 7 ó 9 hojas, cuando la planta alcanza los 30 cm, aproximadamente al segundo mes de siembra.

Fase III: Se inicia cuando la planta tiene 10 hojas a más hasta que se formen las primeras flores, esto es al tercer mes aproximadamente.

Fase IV: Esta es la fase en la que el cultivo está floreando en sí, alcanzando a formar la panoja, empieza a perder hojas y adquiere la

coloración característica del cultivo. Esto es aproximadamente en el cuarto mes, a los 120 días de siembra.

Fase V: Se inicia con la aparición de los primeros granos lechosos, la panoja ya tiene una forma definida y coloración, la planta alcanza su mayor tamaño, la tercera parte del tallo descubierto hacia el suelo, en algunos casos se empieza a inclinar por el peso de los granos; esto es al quinto mes aproximadamente.

Fase VI: En esta fase es donde el grano de quinua llena la panoja totalmente y está casi duro, la planta comienza a tomar un matiz más pálido de su color normal, es al final de esta fase que se realiza la cosecha, a los 160 ó 180 días aproximadamente.

En la Figura 2 se ilustra el desarrollo fenológico de la quinua.

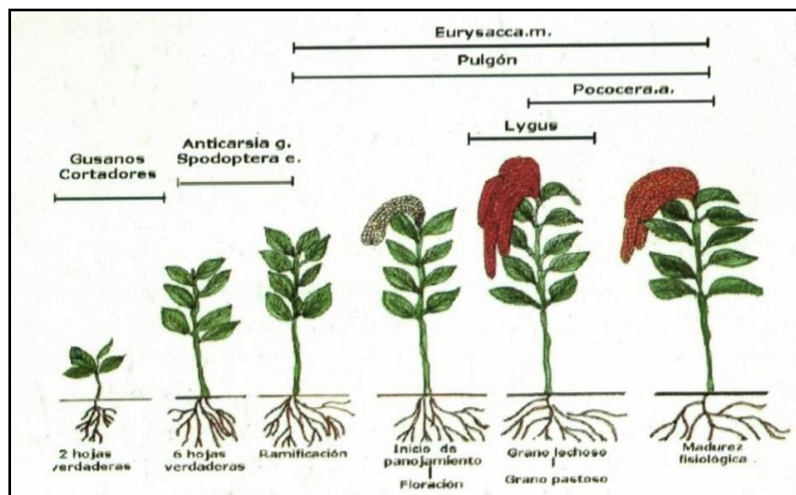


Figura 2: Desarrollo fenológico de la quinua y su relación con las plagas.

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2005.

2.2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LA QUINUA

La quinua está expuesta a una serie de plagas y enfermedades que afectan principalmente el follaje, tallo, panoja y granos, pero el mayor daño es ocasionado por la Kona Kona o polilla y el Mildiu. En condiciones favorables para su desarrollo, pueden ocasionar pérdidas de hasta 100% (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2005).

2.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Según Repo-Carrasco (1988), su cultivo se realiza periódicamente entre los 3000 m.s.n.m. - 4000 m.s.n.m., es decir, en los valles de piso

intermedio y pisos altos. No se siembra como cultivo principal, sino que se incluye en la rotación de los cultivos (maíz, habas, papa, etc.) salvo en caso de cultivo de semilleros oficiales. La quinua utiliza el abonamiento químico aplicado a la papa del año agrícola anterior. La planta es cosechada aproximadamente a los 5 meses después de la siembra.

2.2.6 VARIEDADES DE QUINUA

La planta posee una gran variabilidad y diversidad, su clasificación se ha hecho en base a ecotipos, se reconoce cinco categorías básicas:

Tipo Valle: Crece en los valles andinos entre 2000 m.s.n.m. y 3600 m.s.n.m. Esta especie es de gran tamaño y tiene un largo período de crecimiento.

Tipo Altiplánico: Se desarrolla alrededor del lago Titicaca, resistente a las heladas, de poca altura, carece de ramas y tiene un corto período de crecimiento.

Tipo Salares: Propio de los terrenos salinos (llanuras) del altiplano boliviano, con resistencia a suelos salinos y alcalinos. Tiene semillas amargas con un alto contenido proteico.

Tipo de Nivel de Mar: Encontrada en el sur de Chile, tamaño mediano, generalmente sin ramas, con semillas color amarillo y amargas.

Tipo Subtropical: Encontrada en los valles interandinos de Bolivia, de color verde oscuro intenso al ser plantada y en la madurez se torna anaranjado. Tiene pequeñas semillas blancas o amarillas. Perú y Bolivia tienen la más extensa variedad de especies, teniendo 2000 muestras de ecotipos. Existen también muestras en Chile, Argentina, Ecuador, Colombia, EE.UU, Inglaterra y la Unión Soviética (Perú ecológico, s.f.).

En el Cuadro 1 se presenta los cultivares de quinua a nivel nacional.

Cuadro 1: Cultivares de quinua a nivel nacional.

Cultivar	Sabor de grano	Color de grano	Tamaño de grano	Regiones de producción
Amarilla Marangani	Amargo	Anaranjado	Grande	Cusco, Apurímac, Ayacucho
Blanca de Junín	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín, Cusco, Cajamarca, Huancavelica, Huánuco
Rosa Junín	Dulce	Crema	Pequeño	La Libertad, Cajamarca, Junín, Cusco, Apurímac
Ayacuchana INIA	Dulce	Crema	Pequeño	Ayacucho, Apurímac, Huancavelica
Quillahuaman INIA	Semidulce	Crema	Mediano	Cusco
Huacariz	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín
Hualhuas	Dulce	Blanco	Mediano	Junín
Mantaro	Dulce	Blanco	Mediano	Junín, Ayacucho, Ancash, Cajamarca
Rosada Yanamango	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín, La Libertad
Salcedo INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua
Illpa INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua
Blanca de Juli	Semidulce	Blanco	Pequeño	Puno, Arequipa
Kancolla	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco
Cheweca	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco
INIA 415 Pasancalla	Dulce	Rojo	Mediano	Puno, Arequipa

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2005.

2.2.7 PRODUCCIÓN DE QUINUA EN EL PERÚ

De acuerdo a la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura para el año 2004 y como se aprecia en la Figura 3, la producción de quinua se produjo en 13 departamentos, de los cuales Puno es el productor de este cultivo por excelencia, donde se concentra el 80% del área cosechada y el 81% de la producción nacional. Junín, Ayacucho y Cusco produjeron el 5%, 3% y 2% respectivamente.

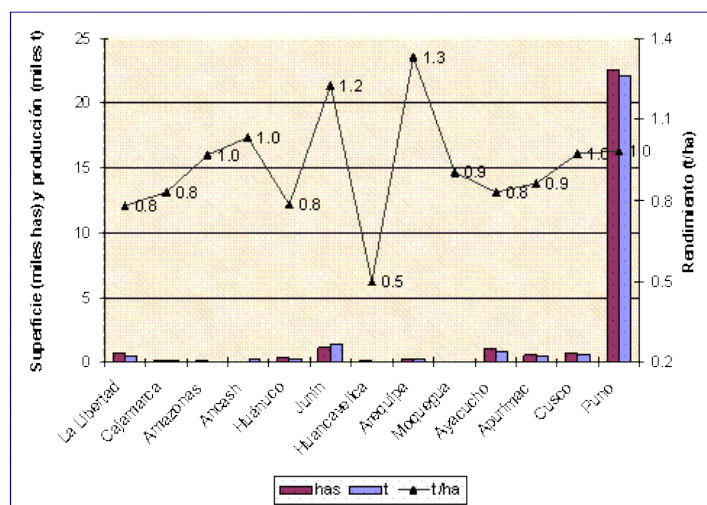


Figura 3: Estadísticas de producción de quinua por departamentos.

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2004.

2.2.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DE QUINUA

Según Pérez et al. (1997), la quinua es catalogada como un pseudo cereal, debido al comportamiento aminoacídico que es similar al de las leguminosas.

El contenido de proteínas y grasa de este grano es más alto que en el de otros cereales, en el Cuadro 2 se puede apreciar la composición química del grano de quinua.

Cuadro 2: Composición del grano de quinua (g/100g).

Componente	Quinua (%)	Trigo (%)	Avena (%)	Maíz amarillo (%)
Proteína	12,10	9,20	10,60	8,40
Lípidos	6,10	1,50	10,20	0,30
Carbohidratos	68,30	71,60	68,50	72,90
Fibra	6,80	3,00	2,70	3,80
Ceniza	2,70	1,10	6,00	1,20
Humedad	10,80	16,50	9,30	17,20

Fuente: Collazos, 1996.

a. Proteínas: La mayor parte de las proteínas se encuentran en el germen, este representa aproximadamente el 30% del peso de toda la semilla. En 1978 Scarpati de Briceño, determinó las fracciones proteicas de la quinua, un 45% estaba conformado por albúminas y globulinas, 23%

por prolaminas y un 32% por glutelinas. Las proteínas solubles (albúminas y globulinas) tienen mayor contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina, que las proteínas insolubles (prolaminas y glutelinas) (Repo-Carrasco, 1995).

La lisina, aminoácido limitante en los alimentos de origen vegetal se encuentra en la quinua en una proporción del doble que en la de otros cereales, la concentración de metionina es el 25% más que la de otros cereales, la concentración de triptófano es más o menos el mismo que en la cebada, avena y trigo. Siendo su aminoácido limitante la metionina (Pérez et al., 1997).

b. Lípidos: Un 6,1% de la composición total de la quinua está representada por lípidos. De los cuales un 48% está constituido por el ácido oleico, 50,7% de ácido linoléico, 0,8% de ácido linolénico y 0,4% de ácidos saturados con el ácido palmítico como predominante (Bruin, 1964, citado por Repo-Carrasco, 1988).

c. Carbohidratos: El contenido de carbohidratos en la quinua difiere según sus variedades (ver Cuadro 3). El almidón es el principal carbohidrato, pues constituye entre un 58,1 - 64,2%, este se ubica en el

perisperma a diferencia de los cereales que lo almacenan en el endospermo.

Cuadro 3: Composición de carbohidratos en tres variedades de quinua (% B.S.).

Componente	Roja	Amarilla	Blanca
Almidón	59,20	58,10	64,20
Monosacáridos	2,00	2,10	1,80
Disacáridos	2,60	2,20	2,60
Fibra cruda	2,40	3,10	2,10
Pentosanas	2,90	3,00	3,60

Fuente: Bruin, 1964, citado por Repo-Carrasco, 1988.

El almidón de la quinua, es pequeño, tiene un promedio de 2 μm de diámetro/grano, comparado con el de 30 μm para el maíz. El gránulo del almidón es insoluble en agua fría, a temperaturas mayores sus moléculas empiezan a formar puentes de hidrógeno absorbiendo mucha agua, hinchándose, este fenómeno conocido como gelatinización empieza en la quinua a 56,9 °C y termina con la gelatinización de todos los gránulos a 70 °C, durante la gelatinización la viscosidad de la suspensión de almidón aumenta (Scarpati de Briceño, 1982, citado por Tapia, 1990).

d. Vitaminas y minerales: El grano de la quinua no solo es importante por la calidad de sus proteínas, sino también por el contenido de las

mismas, existen vitaminas del grupo B en apreciable cantidad al igual que en los cereales comunes, pero a diferencia de ellos en su composición tiene vitamina C, lo que le da la superioridad en la ración alimentaria.

La quinua es rica en fósforo y potasio (representa hasta un 65% del total de cenizas), el contenido en hierro y calcio en la quinua es mayor a la del trigo, aunque esta última siga siendo deficiente en proporción con el fósforo, para la relación Calcio: Fósforo (Paredes, 1993).

En el Cuadro 4 se muestra las vitaminas y minerales presentes en la quinua.

Cuadro 4: Contenido de minerales y vitaminas en el grano de quinua comparada con otros cereales (mg/100g de M.S.).

Componentes	Quinua Blanca ⁽¹⁾	Trigo	Maíz Amarillo	Avena
Calcio	107,00	36,00	6,00	100,00
Fósforo	302,00	224,00	267,00	321,00
Hierro	5,20	4,60	3,70	2,50
Tiamina (B ₁)	1,46	0,20	0,30	---
Riboflavina (B ₂)	0,30	0,08	0,16	0,04
Niacina (B ₃)	1,17	2,85	3,25	---
Ácido ascórbico	1,10	---	---	---

Fuente: Collazos, 1975.

⁽¹⁾ Peralta, 1977, citado por Nieto, 1984.

Bruin (1964), citado por Repo-Carrasco (1988), menciona que la quinua contiene relativamente una alta cantidad de vitamina E (46 ppm - 59 ppm de M.S.).

2.2.9 FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA QUINUA

La quinua presenta factores antinutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales. Estos antinutrientes son: saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasa; de los cuales la saponina es el principal antinutriente de la quinua (Ruales y Nair, 1994).

2.2.9.1 Saponina

El término "Saponina" se considera aplicable a dos grupos de glucósidos vegetales uno de ellos compuesto por los glucósidos triterpenoides de reacción ligeramente ácida, y el otro por los esteroides derivados del perhidro 1,2 ciclopentanofenantreno. Tienen como propiedad la de formar espuma en solución acuosa y son también solubles en alcohol absoluto y otros solventes orgánicos. Químicamente, las saponinas son glucósidos triterpenoides (C30) y esteroides (C27) que por hidrólisis liberan: a) Una o más unidades de azúcares, b) Una aglicona llamada sapogenina, que en el caso de la quinua tienen una estructura triterpenoide (Ruales y Nair, 1994).

2.2.9.2 Niveles de saponina en la quinua

Existen dos tipos de quinua: a) Quinuas amargas con alto contenido de saponinas en el episperma del grano, como en las variedades Real y Amarilla de Maranganí y; b) Quinuas dulces con bajo contenido de saponinas, estas, solo requieren de un simple lavado antes de su uso, como la Cheweca de Puno, Blanca de Junín, Samaja, Blanca de Juli y Nariño (Tapia, 1990).

El grano se puede clasificar según su contenido de saponina en:

- Quinoa libre (lavada): con 0,00 % de saponina
- Quinoa dulce: < 0,06 % de saponina
- Quinoa amarga: >0,16 % de saponina

2.2.9.3 Efectos de la saponina

El principal efecto de la saponina es producir la hemólisis de los eritrocitos y afectar el nivel de colesterol en el hígado y la sangre, con lo que puede producirse un detrimento en el crecimiento, a través de la acción sobre la absorción de nutrientes. Aunque se sabe que la saponina es altamente tóxica para el humano cuando se administra por vía endovenosa, queda en duda su efecto por vía oral. Se afirma que los medicamentos a base de saponina pueden ser administrados en grandes dosis por vía oral, ya que no son absorbidos por las mucosas intestinales y además se desdoblán bajo la acción de los álcalis y fermentos intestinales. El efecto tóxico de la saponina de quinoa sobre el organismo humano puede estar en discusión. Pero, sin duda, el sabor amargo resultante del glucósido es un estorbo para el consumo (Ruales y Nair, 1994).

2.2.9.4 Técnicas de desaponificado de la quinua

La quinua tiene entre 2 y 4% B.S. de saponinas que naturalmente le confieren un sabor amargo, por lo que se requiere un procesamiento adicional para poder consumirlo (Centro Nacional de Documentación Científica y Tecnológica de la Universidad Mayor de San Andrés, 1984).

Existen básicamente tres procesos industriales de procesamiento:

a) Vía seca: Este proceso consiste en un tratamiento seco al producto, con previa limpieza, por un sistema abrasivo de paletas, que separa la saponina que se encuentra en la superficie del grano. Los equipos empleados tienen tamices que permiten superar las fracciones finas (saponinas) y los granos. Es un proceso conveniente y de bajo costo, con una operación principal, con fácil recuperación de polvos finos y sin contaminación importante.

Sus limitaciones se refieren a la eficiencia, ya que sólo separa el 80% de las saponinas, conservando aún un residuo detectable de amargor. Este nivel de eficiencia se refiere a un equipo continuo de tres cilindros paralelos, que es el mejor equipo diseñado de todos los disponibles para vía seca. Un mayor porcentaje de separación ocasiona mayores pérdidas en el peso final del producto.

b) Vía húmeda: Este procesamiento consiste en un remojo previo de los granos y luego en un lavado en un tanque con agitación de paletas, pues precisa trabajar en un régimen turbulento. La descarga se realiza en el fondo del tanque y luego se pasa a un secador en túnel de aire caliente de circulación forzada.

Ventaja: La gran ventaja de este proceso es que se obtiene grados altos de extracción de saponinas, sin pérdidas en sólidos, ya que sólo se extraen los solubles.

Desventajas: El tiempo de residencia puede llegar a 30 min - 40 min; lo que determina una absorción de agua por el grano, lo que dificulta enormemente el secado, con el grave peligro de ocasionar germinación, ya que la quinua requiere 15 h para germinar y bajos contenidos de humedad.

Se producen grandes volúmenes de agua con saponinas, que producen contaminación peligrosa, mas tratándose de cuencas cerradas. En estas condiciones el proceso se hace necesariamente discontinuo y limita los volúmenes a ser tratados.

c) Vía combinada: Por el conocimiento de los anteriores procesos se plantea esta vía combinada, que aprovecha las ventajas de ambos,

removiéndose por vía seca la mayor parte de las saponinas y posteriormente con un pequeño tiempo de residencia en el lavado, que puede hacerse en forma continua, se posibilita un fácil proceso de secado, ya que registran bajos niveles de hidratación.

2.3 GENERALIDADES DEL MALTEADO

2.3.1 MALTEADO

El malteado es la germinación controlada de la semilla, seguida por secado igualmente controlado. El objetivo es producir alta actividad enzimática y el sabor característico, con la pérdida mínima de peso seco (Hough, 1990).

El grano a maltearse debe encontrarse en estado sano y entero, además de poseer un alto poder germinativo. Durante la germinación se activan las enzimas y se realizan cambios físicos y químicos en el grano produciéndose la liberación de gránulos de almidón a partir de las células del endospermo (Hough, 1990).

El cereal que se maltea con más frecuencia es la cebada, aunque también se emplean cantidades apreciables de trigo y centeno, y en algunas partes de África se maltea sorgo. En teoría al menos, se podría

utilizar cualquier cereal. No obstante el tipo y la cantidad de enzimas producidas, varían de uno a otro cereal (Hoseney, 1991).

El proceso de malteo tiene como etapas fundamentales: el lavado de la semilla, el remojo, la germinación, el secado, el devegetado o separación de raíz, y para el caso de harinas, la molienda (Nieto, 1984).

Los granos malteados ofrecen una alternativa interesante para aumentar el contenido de energía y también de nutrientes en los alimentos destinados a la alimentación infantil (Fries y Tapia, 1985).

2.3.2 ETAPAS DEL PROCESAMIENTO TECNOLÓGICO EN EL MALTEADO

a. Remojo: El grano seleccionado y limpio es sumergido en agua. El objetivo es introducir agua dentro del grano hasta alcanzar una humedad de 42% - 48% bajo condiciones aeróbicas que propicien la generación de hormonas giberelinas, las cuales inducen a la formación de enzimas. La uniformidad del grado de remojo depende que el cereal tenga un tamaño de grano uniforme (Othón, 1996).

El tiempo requerido para alcanzar la incorporación de agua durante el remojo es inversamente proporcional a la temperatura del agua. Así, a

15 °C se necesita 2/3 del tiempo necesario para llegar al mismo grado de remojo que a 10 °C, temperaturas muy altas pueden dañar el embrión además de favorecer el crecimiento de microorganismos indeseables. Por esta razón la temperatura de remojo debe estar en el rango de 10 °C a 22 °C. La absorción del agua se hace más rápida al comienzo y luego más lenta. Factores como las condiciones en que haya crecido el cereal y de la variedad de este también influyen en la rehumidificación del grano (Hough, 1990).

El remojo se interrumpe, por drenaje, entre las 12 h y 24 h empezada dicha operación, el grano queda recubierto por una película de agua a través de la cual puede disolverse el oxígeno del aire, a esta condición se le conoce como descanso al aire, luego tras unas horas de descanso al aire se sumerge el grano de nuevo en agua limpia, posteriormente se alterna estas operaciones hasta alcanzar una humedad aproximada de 42%, para entonces es probable que el grano haya empezado a germinar. Es decir, el embrión se vuelve activo (a diferencia del endospermo que se hidrata más lentamente) y consume el oxígeno del agua para su respiración, por esta razón es necesario renovar o airear el agua para evitar que dicho proceso produzca gran cantidad de CO₂ y etanol que se acumula y daña al grano (Hough, 1990).

b. Germinación: En esta etapa el embrión pasa del estado latente al de crecimiento activo, se regula la temperatura (12 °C aprox.) y la humedad relativa en el germinador. Las sustancias nutritivas contenidas en el endospermo, como el almidón, se acondicionan para su hidrólisis enzimática (Hough, 1990).

El objetivo de la germinación es lograr el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteínas y grasas mediante enzimas y obtener de esta manera un alimento más digerible. Estas enzimas requeridas son aportadas por harina de granos malteados; granos que durante su germinación, activan y forman un complejo enzimático que puede ser conservado con un proceso adecuado de secado antes de la molienda (Ashworth y Draper, 1992).

Según Othón (1996), las giberelinas son segregadas por el embrión, produciendo enzimas que desdoblan al almidón, la proteína y la fibra. Las primeras enzimas activadas en el proceso de malteado son las que atacan a los lípidos, las lipasas, que hidrolizan a los triglicéridos en ácidos grasos como el linoléico, oleico y palmítico. Luego son atacadas las proteínas con las proteasas, desdoblándolas en polipéptidos, péptidos y nitrógeno soluble. Posteriormente en el endospermo, los componentes de las paredes celulares son degradados por las celulasas actuando sobre la

celulosa y las pentosanas sobre las pentosanas (pentosas, L-arabinosa, D-xilosa y otras) perdiendo así el grano rigidez. Finalmente ocurre la hidrólisis del almidón, en esta etapa existen 3 sistemas enzimáticos responsables de degradar el almidón:

- α -amilasa: ataca a los enlaces α -(1,4) de la amilosa y amilopectina del almidón, descendiendo el tamaño de las moléculas originales.
- β -amilasa: degrada a los productos resultantes de la hidrólisis primaria de la α -amilasa (dextrinas) produciéndose unidades de maltosa.
- Dextrinasas: hidrolizan los enlaces α -(1,6) produciendo glucosa a partir de maltosa.

En el Cuadro 5 se presenta las principales enzimas producidas durante el proceso de germinación en la quinua.

Cuadro 5: Enzimas generadas durante el proceso de germinación.

Enzima	Acción
Alfa amilasa	Ataca enlaces glucosídicos α -(1,4) al azar produciendo dextrinas.
Beta amilasa	Ataca enlaces glucosídicos α -(1,4) empezando por el lado no reductor.
Beta celulasas o glucanasas	Hidrolizan unidades de glucanes unidos por enlaces β -(1,3) o β -(1,4) (celulosa).
Dextrinasa	Hidroliza a los enlaces α -(1,4) del almidón a dextrinas. También denominado enzima desramificadora.
Lipasas	Atacan triglicéridos liberando ácidos grasos.
Pentosanasas	Hidroliza a los pentosanos.
Proteasas	Desdoblan la proteínas en compuestos más sencillos, como péptidos, aminoácidos.

Fuente: Othón, 1996.

Los cambios que ocurren se pueden resumir de la siguiente forma:

- **Cambios morfológicos:** El crecimiento de raicillas y tallos es continuo durante el remojo y la germinación. El crecimiento embrionario se inicia durante el remojo, pero como las reservas de nutrientes están limitadas, se movilizan entonces las del endospermo que son abundantes, lo que se logra a través de enzimas que degradan las proteínas, el almidón y las paredes celulares.
- **Cambios histológicos:** Desaparición de la pared celular del endospermo por efecto de las enzimas y ablandamiento del grano.

- Cambios metabólicos: Degradación de proteínas y almidón hasta compuestos más simples y solubles.
- Formación y liberación de enzimas, de las que dependen directa o indirectamente todos los otros cambios.

El grano remojado se extiende sobre bandejas o camas de germinación de material impermeable, en una capa uniforme de unos 25 cm de profundidad, las pérdidas por evaporación son compensadas mediante ducha, se voltea la partida con el fin de eliminar el dióxido de carbono, igualar las temperaturas y evitar el “enraizamiento” es decir que las raicillas se entrelacen y formen una red. La duración de esta etapa varía entre 3 y 9 días. El proceso de germinación termina cuando la plúmula alcanza 2/3 de la longitud del grano y la raíz debe crecer de 1 - 2 veces el tamaño del grano, este tipo de control solo es aplicable en proceso de germinación fría (Hough, 1990).

c. Secado: El objetivo de esta operación, es suspender el proceso de germinación y detener la acción de las enzimas en la malta. La humedad inicial (45% aprox.) debe ser reducida a un nivel menor del 5%, por lo que es necesario trabajar con temperaturas altas, pero no lo demasiado que puedan causar la destrucción de las enzimas (Valdez, 1995). El proceso se da en tres fases:

- Primera fase: A temperatura entre 50 °C - 60 °C reduciendo la humedad de la malta verde de 48% - 45% a 23% aproximadamente, es decir, se ha eliminado aproximadamente el 60% del agua.
- Segunda fase: Se aumenta la temperatura del aire a 70 °C y se reduce el flujo de aire para llevar al grano a una humedad del 12%.
- Tercera fase: “Etapa Final” se realiza a temperaturas mayores (hasta 88°C) consiguiéndose una humedad final de 3,5% - 4%.

De Clerk (1962), citado por Nieto (1984), menciona que rara vez esta etapa es mayor a 30 horas. Así mismo distingue dos fases en el proceso de secado: “La fase de desecación” durante los cuales los desdoblamientos enzimáticos continúan, y el “Calentamiento de la malta” llamado también “Golpe de fuego” durante el cual se producen reacciones fisicoquímicas entre los componentes de la malta, siendo la más importante la reacción de Maillard, esta se debe a la formación de “Melanoidinas”, productos coloridos, que son combinaciones de azúcares y de aminoácidos que se forman a las temperaturas de trabajo. Las melanoidinas no solo son responsables del color en los alimentos, son también portadores de aroma a malta y cumplen un papel protector de coloides inestables impidiendo, por ejemplo, que se enturbie la cerveza.

Los propósitos del secado se resumen en:

- Fijar en el grano aquellas propiedades deseables adquiridas durante la germinación.
- Poder conservar la malta sin problemas de deterioro.
- Darle al grano la friabilidad necesaria para facilitar la molienda.
- Modificar la composición química y reducir el contenido enzimático.
- Remover el sabor a malta verde e impedir ciertos sabores, colores y aromas.

d. Limpieza y enfriado de la malta: Después del secado, se enfría rápidamente la malta hasta 20 °C para prevenir posteriormente destrucciones enzimáticas, formación de color y deterioro del sabor. Es necesario también eliminar las raicillas, pues modifican el color de la malta además de contener sustancias amargas (Risi, 1984).

2.3.3 CAMBIOS QUÍMICOS OCURRIDOS DURANTE EL MALTEO

Durante el malteo, los compuestos de alto peso molecular tienden a ser degradados, existiendo una pérdida de materia seca de 6% a 12%, debido a materiales lixiviados durante el remojo, pérdidas por respiración y eliminación de raicillas (Hough et al, 1971, citado por Nieto, 1984).

a) Materia Nitrogenada: En términos generales el grano parece incrementar su contenido en proteínas y sustancias nitrogenadas, debido a que los carbohidratos son consumidos en los procesos respiratorios. La composición de las materias nitrogenadas cambia por solubilización y desdoblamiento. El nitrógeno soluble deja de aumentar al tercer o cuarto día de germinación, debido a la síntesis de nuevas proteínas en el embrión. En general, las proporciones de todos los aminoácidos se modifican durante el malteo, en el caso de la quinua el beneficio del malteo se ve reflejado en una mejora de la digestibilidad más que en el aumento de la proporción de aminoácidos; estas modificaciones se pueden apreciar en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Aminoácidos del grano de quinua antes y después del malteo (g/100g de M.S.).

Aminoácidos	Quinua	Malta de quinua
Fenilalanina + Tirosina	5,70	6,70
Histidina	2,70	2,50
Isoleucina	3,60	3,60
Leucina	6,40	6,10
Lisina	5,20	5,60
Metionina + Cistina	2,70	4,40
Treonina	3,60	3,60
Valina	4,80	5,10

Fuente: Nieto, 1984.

En el Cuadro 7 se aprecia la composición química de la malta de quinua comparada con la malta de cebada.

Cuadro 7: Composición química de la malta de quinua comparada con la malta de cebada (g/100 g M.S.).

Componente	Malta de quinua	Malta de cebada
Proteína ⁽¹⁾	16,10	14,84
Grasa	7,64	1,65
Fibra	5,22	3,85
Ceniza	2,18	2,53
Carbohidratos ⁽²⁾	66,86	77,13

Fuente: Nieto, 1984

⁽¹⁾ Factor de conversión de N₂= 6,25

⁽²⁾ Por diferencia

b) Carbohidratos: Las amilasas desdoblan al almidón en azúcares simples, por lo que la cantidad de estos aumenta. Luego disminuyen al ser consumidas por las partes vivas del grano, siendo los cambios dependientes del procesamiento del malteo.

c) Grasa: La mayor parte de los lípidos en el embrión durante el malteo, $\frac{1}{4}$ de las materias grasas desaparecen debido a la respiración.

d) Ceniza: La ceniza representa un 2,18% del peso en seco del grano, casi no cambia durante el malteo. Sin embargo se observa una reducción

de materiales inorgánicos en el grano debido al material trasladado a la raicilla y a las pérdidas de lixiviación durante el remojo.

e) Vitaminas: Las vitaminas durante la germinación se trasladan a la raicilla, como en el caso de la vitamina C, E y las del complejo B. Durante el malteo aumenta la proporción de riboflavina, piridoxina y otros.

2.3.4 LA MALTA Y LOS EXTRACTOS DE MALTA EN INDUSTRIAS DISTINTAS DE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA

En la Gran Bretaña se producen anualmente unas 50 000 toneladas de extracto de malta. Se obtiene por molturación y amasado idénticos a los utilizados en una fábrica de cerveza, pero el mosto se concentra hasta un contenido en sólidos superior al 80%. Los extractos diastásicos de malta son ricos en las enzimas de malta o diastas; por eso se secan en un evaporador de simple efecto, en un proceso que comienza con temperaturas de 35 °C y en el que se llegan a alcanzarse 45 °C. Estos extractos se utilizan para la elaboración de jarabes de cereales y, en una extensión limitada, para la de alimentos tales como productos de repostería. Los extractos no diastásicos son más ampliamente utilizados y son más baratos porque para su concentración se emplea un evaporador de triple efecto con un ahorro considerable de energía; las temperaturas de obtención de estos extractos se elevan de 80 °C - 85 °C durante la

deshidratación y sus enzimas se encuentran considerablemente inactivados; estos extractos se emplean en ciertas bebidas lacteadas, panadería, elaboración de productos de repostería, fabricación doméstica de cerveza y producción de enzimas industriales. También se emplean como transportadores de aroma en una amplia variedad de alimentos, como los cereales para el desayuno (Hough, 1990).

2.3.5 PROPIEDADES NUTRITIVAS DE LA MALTA COMO BEBIDA

La malta además de agua y azúcar contiene aminoácidos, que son punto de partida para la construcción de las proteínas, las cuales participan en la formación de los tejidos orgánicos, en la transformación de las fuentes de energía (carbohidratos) y en múltiples procesos enzimáticos (Salud plena, s.f.).

Aproximadamente 90% de los sólidos de la malta son carbohidratos, la fuente más importante de la energía que nuestro organismo requiere. Contiene azúcares simples, de fácil absorción, tales como glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, maltotriosa y polisacáridos (Salud plena, s.f.).

Las sales y minerales constituyen cerca del 2% de los sólidos de la malta. Los principales son: fósforo, potasio, sodio, calcio, magnesio, sulfatos, hierro y zinc. Estos minerales cumplen importantes acciones en

el organismo, como por ejemplo: estimulación nerviosa y contracción muscular, formación de dientes y huesos, transporte de electrolitos en la sangre, reacciones enzimáticas y regulación hormonal (Salud plena, s.f.).

La malta contiene concentraciones apreciables de vitaminas del complejo B, tales como: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantoténico, biotina e inositol, requeridas por los niños en grandes cantidades para su normal crecimiento y desarrollo. Estas vitaminas intervienen en el metabolismo de muchas reacciones esenciales. Tienen como rol, entre muchos otros, proveer de energía al organismo, básicamente degradando los carbohidratos de glucosa, además de ser importantes en el metabolismo de las grasas y de las proteínas (Salud plena, s.f.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Los análisis proximales, físicos y fisicoquímicos de la materia prima fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de los Alimentos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna.

Las pruebas preliminares del proceso de malteo, el proceso de malteo general, los análisis proximales de la quinua germinada y malta de quinua, el proceso de elaboración de los productos y las determinaciones de los análisis proximales, fisicoquímicos y evaluación sensorial de los productos terminados fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento de Química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco-Cusco.

Los análisis microbiológicos realizados a la materia prima y productos terminados, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco-Cusco.

3.2 MATERIALES

3.2.1 MATERIA PRIMA

Se empleó quinua de la variedad Blanca de Junín procedente del Instituto de Investigación Agraria (INIA) de la Ciudad del Cusco.

3.2.2 INSUMOS

- Agua potable.
- Azúcar blanca.
- Sorbato de potasio.
- Envases de vidrio de 500 ml de capacidad.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 Materiales e instrumentos de laboratorio

- Baguetas de vidrio.
- Balones de 250 ml de capacidad.
- Bandejas de plástico.
- Buretas graduadas de 10 ml.
- Cocina a gas.
- Coladores.

- Crisoles.
- Cucharón de madera.
- Desecador de vidrio.
- Embudo Buchner.
- Espátula.
- Fiolas aforadas de 50 ml y 250 ml.
- Gradilla.
- Matraces Erlenmeyer de 150 ml, 250 ml y 500 ml.
- Ollas.
- Papel filtro.
- Pinzas.
- Pipetas graduadas de 1 ml, 5 ml y 10 ml.
- Placas de Petri de 90 mm x 15 mm.
- Probetas graduadas de 100 ml, 250 ml y 500 ml.
- Soporte universal.
- Termómetro.
- Tubos de ensayo con tapa.
- Vasos de precipitado de 50 ml, 250 ml y 500 ml.

3.3.2 Equipos de laboratorio

- Autoclave vertical línea AV Plus, con temperatura regulable desde 90 °C hasta 127 °C y una presión de 0 a 3,0 Kgf/cm². Marca PHOENIX LUFERCO. Brasil.
- Balanza analítica, con una capacidad de pesado de hasta 150 g ± 0,1 mg de sensibilidad. Marca METTLER TOLEDO. España.
- Baño Isotérmico, con temperatura regulable desde 5 °C hasta 110 °C. Estabilidad ± 1 °C. Marca J.P. SELECTA S.A. España.
- Campana de absorción.
- Cocina eléctrica.
- Equipo de destilación.
- Equipo Soxhlet.
- Estufa, con temperatura regulable desde 30 °C hasta 220 °C. Marca MEMMERT. Alemania.
- Incubadora, con temperatura regulable desde 5 °C hasta 80 °C. Estabilidad ± 0,5%. Marca J.P. SELECTA S.A. España.
- Molino manual. Marca CORONA, modelo TE 020.
- Mufla, con rango de temperatura de 0 °C – 1200 °C. Marca THERMOLYNE TYPE 1500.
- Potenciómetro digital. Marca METROHM, modelo DM20.

3.3.3 Medios de cultivo

- Agua peptonada.
- Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar (Agar OGYE) de la marca MERCK.
- Plate Count Agar (Agar PC) de la marca MERCK.
- Violet Red Bile Agar (Agar VRBA) de la marca MERCK.

3.3.4 Reactivos

- Agua destilada.
- Alcohol etílico de 95%.
- Catalizadores: sulfato de cobre y sulfato de potasio.
- Indicadores: fenolftaleína, azul de metileno y papel tornasol.
- Hexano.
- Solución de ácido sulfúrico al 0,1N; 1,25% y 96%.
- Solución de ácido bórico.
- Solución de Fehling A.
- Solución de Fehling B.
- Solución de glucosa anhidra.
- Solución de hidróxido de sodio al 0,1N; 1,25% y 50%.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

3.4.1.1 Análisis proximal

Se realizaron determinaciones por duplicado del contenido de humedad, fibra cruda, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos y azúcares reductores, tanto para la quinua, quinua germinada y malta de quinua.

❖ Determinación del contenido de humedad para cereales y menestras, método usual (NTP 205.002:1979): Consiste en determinar la pérdida de masa experimentada por una determinada cantidad de muestra, cuando es sometida a la acción de 105 °C de temperatura.

El contenido de humedad fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P1 - P2}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Donde:

P₁: Peso de la placa + muestra inicial.

P₂: Peso de la placa + muestra final.

❖ Determinación de fibra cruda para cereales y menestras (NTP 205.003:1980): Consiste en someter una determinada cantidad de muestra previamente desengrasada a hidrólisis con ácido y con soda. El residuo es secado, pesado, calcinado y pesado.

El contenido de fibra cruda fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$F_c = \frac{F_b - C}{M} \times 100$$

Donde:

F_c: Por ciento de fibra cruda.

F_b: Masa de fibra bruta, en gramos.

C: Masa de cenizas de la fibra, en gramos.

M: Masa de la muestra, en gramos.

❖ Determinación de cenizas para cereales y menestras (NTP 205.004:1979): Consiste en determinar cenizas por diferencia de pesada, llevando a calcinar completamente una determinada cantidad de muestra, a una temperatura máxima de 550 °C en horno mufla.

El contenido de cenizas fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

❖ Determinación de proteínas totales para cereales y menestras, método de Kjeldahl (NTP 205.005:1979): La muestra es sometida a un proceso de digestión, destilación y titulación para determinar el contenido de nitrógeno total.

El contenido de proteínas totales fue determinado mediante las siguientes fórmulas:

- Porcentaje de nitrógeno en la muestra:

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{G \times N \times Fc \times \text{meq de N}_2}{g \text{ ó ml de la muestra}} \times 100$$

Donde:

G: Volumen de ácido sulfúrico en ml empleado en la valoración.

N: Normalidad del ácido sulfúrico.

Fc: Factor de corrección del ácido sulfúrico.

meq N₂: 0,014.

g: Gramos de muestra empleada.

- Porcentaje de proteína bruta en la muestra:

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno} \times 6,25$$

El factor de conversión de nitrógeno en proteínas utilizado fue de 6,25 (ver Anexo 1).

❖ Determinación de materia grasa para cereales y menestras, método Soxhlet (NTP 205.006:1980): Se basa en la afinidad que tiene la grasa por un solvente apolar como lo es el hexano.

El contenido de materia grasa se expresa en porcentaje de masa de muestra seca y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Mg = \frac{100 (M1 - M)}{M2} \times \frac{100}{(100 - H)}$$

Donde:

Mg: Contenido de materia grasa, en gramos.

M1: Masa del recipiente con la materia grasa, en gramos.

M2: Masa de la muestra, en gramos.

M: Masa del recipiente, en gramos.

H: Contenido de humedad porcentual de la muestra.

❖ Determinación de carbohidratos (por diferencia).

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\%Ho + \%P + \%G + \%Ce)$$

❖ Determinación de azúcares reductores (Método de Fehling) (ver Anexo 2): El principio de la técnica consiste en reducir la solución de Fehling modificada, titulándola a punto de ebullición con una solución de los azúcares reductores utilizando como indicador interno una solución de azul de metileno. El azúcar invertido reduce el cobre de la solución Fehling (azul) a óxido cuproso insoluble (rojo). El contenido de azúcares reductores en la muestra de un alimento es estimado determinándose el volumen de una solución de azúcar conocida requerida para reducir completamente un volumen de 10 ml de solución Fehling (Kirk et al., 1996).

❖ Energía calculada: Los valores energéticos se calcularon empleando los factores específicos de Atwater recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002) (ver Anexo 3). Estos factores fueron multiplicados por el contenido de grasa, carbohidratos y proteínas, previamente hallados en el análisis proximal.

En el Cuadro 8 se muestra los factores específicos de Atwater empleados para el cálculo de los valores energéticos.

Cuadro 8: Factores específicos de Atwater.

	Proteína Kcal/g	Grasa Kcal/g	Carbohidrato total Kcal/g
Alimentos en general	4	9	4

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002.

3.4.1.2 Análisis físicos

❖ **Determinación del grado de calidad del grano de quinua:** Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.029 (1982). Se tomó una muestra representativa de 100 g de quinua de la variedad Blanca de Junín, la cual fue sometida a una inspección visual con el fin de determinar la presencia y/o ausencia de granos infestados, granos partidos y chupados, materias extrañas, granos dañados, granos infectados y/o variedades contrastantes. Los resultados obtenidos fueron evaluados con la tabla de requisitos de calidad que deben cumplir la quinua y cañihua para su comercialización establecidos en la NTP 205.036 (1982) (ver Anexo 17).

❖ **Prueba de germinación:** Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.018 (1980). La norma establece los métodos para determinar la energía de germinación y la capacidad de germinación.

3.4.1.3 Análisis fisicoquímicos

❖ Determinación de saponinas: Este ensayo se realizó por triplicado, tomando como referencia el Método SAP-ON (Bálsamo, 2002) (ver Anexo 4). Este método se fundamenta en la propiedad que tiene la saponina para formar espuma, luego de haber sido sometida a una serie de agitaciones y descansos. El % de saponina se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Saponina} = \frac{h - 0,2}{3,74}$$

Donde:

h: altura de la espuma (cm)

❖ Determinación de acidez titulable: Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.039 (1975). La acidez titulable fue expresada en porcentaje, referido a ácido sulfúrico y calculado en base a 15% de humedad.

El % de acidez se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% = V \times 0,098 \times \frac{85}{(100 - H)}$$

Donde:

V: Gasto de la solución 0,1N de hidróxido de sodio.

H: Humedad de la muestra (%).

❖ Determinación del pH (método potenciométrico): Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 209.059 (1974). El valor del pH se determina midiendo la diferencia de voltaje entre dos electrodos inmersos en una solución de la muestra.

3.4.1.4 Análisis microbiológicos

Se empleó el método de recuento en masa (método por incorporación). Los análisis microbiológicos fueron realizados por duplicado.

❖ Preparación y dilución de la muestra: Se pesó y mezcló 10 g de quinua con 90 ml de agua peptonada (diluyente), luego se trituroó la mezcla durante 1 minuto. Esta mezcla triturada, constituye la suspensión madre o primera dilución de la serie 1:10 (10^{-1}).

Se transfirió con pipeta estéril 1 ml de la suspensión madre a un tubo de ensayo que contenía 9 ml de diluyente y se procedió a mezclar por 30 segundos en un agitador excéntrico; obteniéndose así la dilución 1:100 (10^{-2}). De esta nueva dilución, se transfirió con pipeta estéril 1 ml a otro tubo de ensayo que contenía 9 ml de diluyente y se procedió a mezclar

por 30 segundos en un agitador excéntrico; obteniéndose así la dilución 1:1000 (10^{-3}).

De esta forma se obtuvo la “serie de diluciones decimales” (10^{-1} ; 10^{-2} y 10^{-3}), que fueron utilizadas en las determinaciones de los recuentos microbianos (Pascual y Calderón, 2000).

❖ Numeración de hongos y levaduras: A partir de la “serie de diluciones decimales” y por duplicado, se transfirió con pipeta estéril 1 ml de cada dilución a placas de Petri estériles, luego se agregó 15 ml del medio de cultivo (Agar OGYE) previamente licuado y atemperado a 45 °C, se mezcló el inóculo con el medio, se dejó solidificar, se invirtió e incubó las placas a 20 – 24 °C por 3 - 5 días y se realizó el recuento. El número total de colonias contadas, multiplicadas por el factor de dilución de la placa elegido, da como resultado el recuento total de unidades formadoras de colonias de mohos y/o levaduras por gramo o mililitro de alimento (Pascual y Calderón, 2000).

3.4.2 PRUEBAS PRELIMINARES DEL PROCESO DE MALTEO

La materia prima luego de ser recepcionada, fue limpiada y seleccionada para determinar su calidad mediante análisis proximal, físico, fisicoquímico y microbiológico de acuerdo a los métodos de ensayo

descritos anteriormente en el ítem 3.4.1. Posteriormente se efectuó el proceso de malteo de la quinua mediante pruebas preliminares, aplicando diseños experimentales en las etapas de remojo y germinación, a fin de encontrar las mejores condiciones de trabajo.

3.4.3 PROCESO DE MALTEO GENERAL

Se realizó el malteo de la quinua con los parámetros óptimos de trabajo establecidos en las pruebas preliminares.

3.4.4 ELABORACION DEL PRODUCTO

Se siguieron las operaciones descritas en los diagramas de flujo de proceso, mostradas en las Figuras 4 y 5 para la obtención de las bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear, respectivamente.

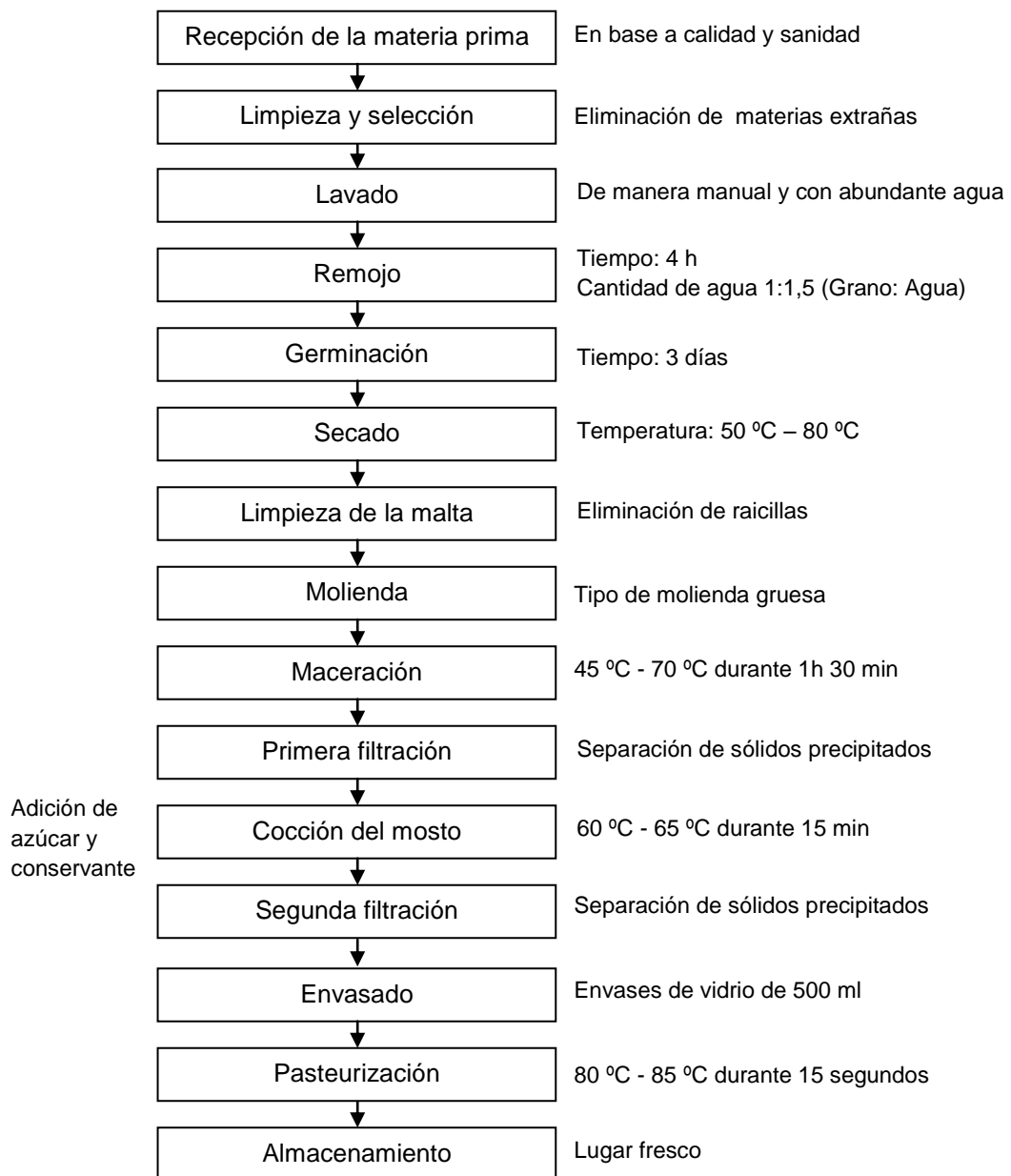


Figura 4: Diagrama de flujo de procesamiento para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

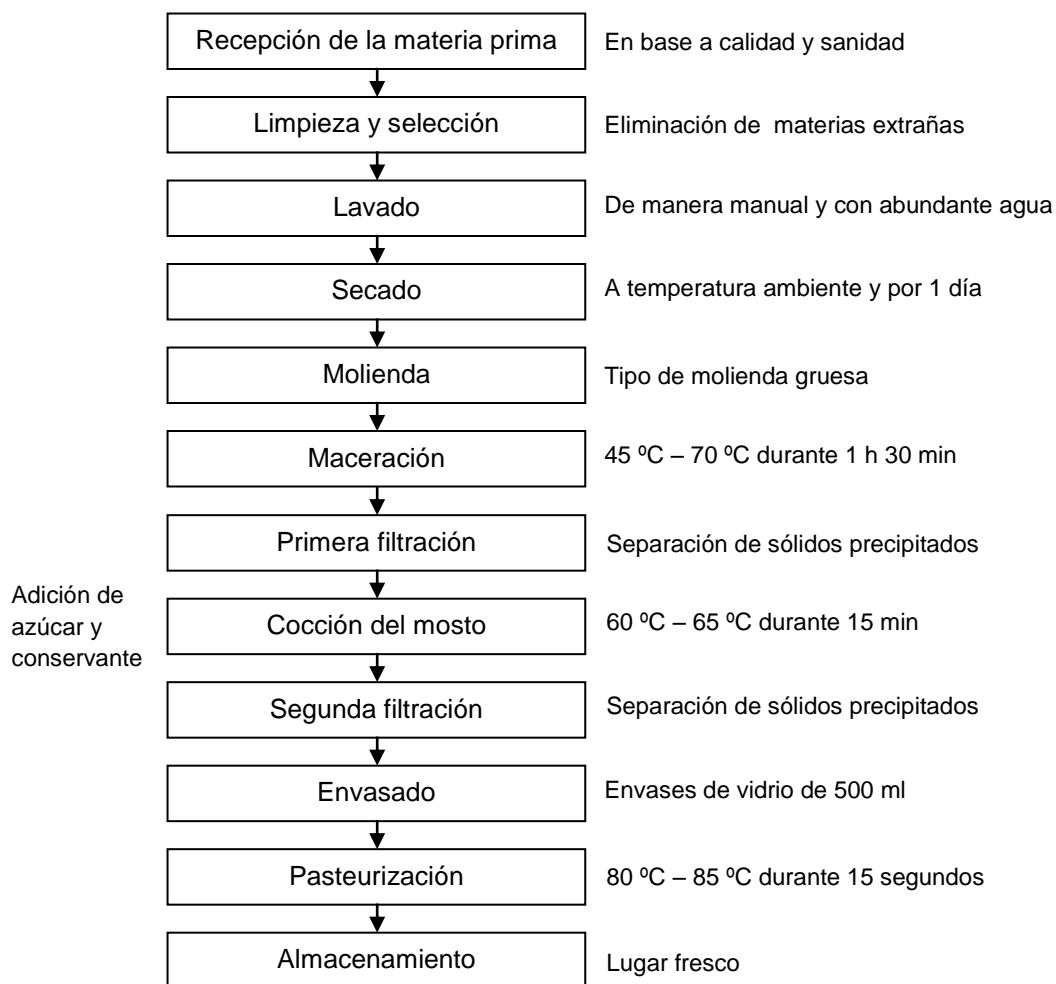


Figura 5: Diagrama de flujo de procesamiento para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua sin maltear.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Descripción del proceso de elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada:

- 1. Recepción de la materia prima:** Se empleó quinua de la variedad Blanca de Junín procedente del INIA- Cusco.

2. Limpieza y selección: Se retiró de forma manual todas aquellas impurezas que pudieran afectar la calidad de la materia prima, tales como pajillas, piedrecillas, granos partidos y granos negros.

3. Lavado: Se realizó un lavado manual en abundante agua para extraer la mayor cantidad de saponina (sustancia amarga).

4. Remojo: Se suministró agua a los granos de quinua para que alcancen una humedad óptima comprendida entre 42% - 48% y puedan germinar. Se trabajó a temperatura ambiente (22 °C) y se emplearon los siguientes parámetros: tiempo de 4 h y cantidad de agua de 1:1,5 en relación grano: agua.

5. Germinación: Los granos remojados fueron llevados a germinar en los germinadores caseros (bandejas acanaladas). Se trabajó a temperatura ambiente (22 °C) durante 3 días. En esta operación los granos fueron humectados con agua cada 8 h para mantener la humedad ganada durante la operación de remojo.

6. Secado: La malta verde fue llevada a la estufa para ser secada con el fin de detener la actividad enzimática y reducir la humedad de la malta a un valor comprendido entre 3,5% – 4%. Se emplearon los siguientes

parámetros de trabajo: 50 °C por 11 h, 60 °C por 1 h, 70 °C por 2 h y 80 °C por 5 h.

7. Limpieza de la malta: Después del secado, la malta fue enfriada a temperatura ambiente (22 °C) y posteriormente fueron removidas las raicillas mediante frotación.

8. Molienda: Se aplicó una molienda grosera con el fin de emplear la cáscara como medio de filtrado en la separación del mosto de las cascarillas después de la maceración.

9. Maceración: La malta tostada y molida fue mezclada con agua para obtener el mosto, luego fue calentada a una temperatura comprendida entre 45 °C y 70 °C durante 1h con 30 min en agitación constante, con el fin de que los azúcares y proteínas se solubilizan y el resto del almidón continúe degradándose.

10. Primera filtración: Se separó el líquido del sólido para recuperar el mosto de los granos residuales.

11. Cocción del mosto: El mosto fue llevado a hervir a una temperatura comprendida entre 60 °C - 65 °C durante 15 min. En esta etapa se adicionó el azúcar y sorbato de potasio.

12. Segunda filtración: Se separó el líquido de los componentes sólidos precipitados para asegurar que la bebida resulte libre de partículas suspendidas.

13. Envasado: La bebida proteica fue envasada de forma manual en envases de vidrio de 500 ml de capacidad.

14. Pasteurización: Las bebidas envasadas fueron llevadas a una marmita con agua para ser calentadas a una temperatura entre 80 °C - 85 °C por 15 segundos.

15. Almacenamiento: Luego de ser enfriadas las bebidas proteicas fueron almacenadas en un lugar fresco para su conservación.

Descripción del proceso de elaboración de la bebida proteica a base de quinua sin maltear

Se procedió de forma similar que en la elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada, a excepción de los pasos 4, 5, 6 y 7.

3.4.5 BALANCE DE MASA

Se realizó un balance de masa a cada producto a fin de conocer el rendimiento obtenido.

3.4.6 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

3.4.6.1 Análisis proximal

Se realizaron los mismos análisis establecidos en el ítem 3.4.1.1 con algunas modificaciones, para las determinaciones del contenido de humedad, fibra cruda, cenizas, proteínas totales, materia grasa, carbohidratos y energía calculada. Estas determinaciones fueron realizadas por duplicado.

3.4.6.2 Análisis fisicoquímicos

Se procedió de acuerdo al ítem 3.4.1.3 con algunas modificaciones, para las determinaciones de acidez y pH. Estas determinaciones fueron realizadas por duplicado.

3.4.6.3 Análisis microbiológicos

Se empleó el método de recuento en masa (método por incorporación). Los análisis microbiológicos fueron realizados por duplicado.

- Preparación y dilución de la muestra: Se procedió de acuerdo al ítem 3.4.1.4 con algunas modificaciones, para la preparación y dilución de la muestra.

- Numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables: A partir de la “serie de diluciones decimales” y por duplicado, se transfirió con pipeta estéril 1 ml de cada dilución a placas de Petri estériles, luego se agregó 15 ml del medio de cultivo (Agar Plate Count) previamente licuado y atemperado a 45 °C, se mezcló el inóculo con el medio, se dejó solidificar, se invirtió e incubó las placas a 31 °C por 48 – 72 h y se realizó el recuento. El número total de colonias contadas, multiplicadas por el factor de dilución de la placa elegido, da como resultado el recuento total de gérmenes por gramo o mililitro de la muestra analizada (Pascual y Calderón, 2000).

- Numeración de hongos y levaduras: Se procedió de acuerdo al ítem 3.4.1.4 para la numeración de hongos y levaduras de la muestra.

- Numeración de bacterias coliformes: A partir de la “serie de diluciones” y por duplicado, se transfirió con pipeta estéril 1 ml de cada dilución a placas de Petri estériles, se agregó 15 ml del medio de cultivo (Agar VRBA) previamente licuado y atemperado a 47 °C, se mezcló el inóculo con el medio, se dejó solidificar, se invirtió e incubó las placas a 35 - 37 °C por 24 - 48 h y se realizó el recuento. El número total de colonias contadas, multiplicado por el factor de dilución de la placa elegida, da como resultado el número total de Enterobacteriaceae lactosa-

positivas (coliformes) por gramo o mililitro de muestra (Pascual y Calderón, 2000).

3.4.6.4 Análisis sensorial

Se empleó el Método de Test de Preferencia de la Escala Hedónica (Wittig de Penna, 2001). La aceptación del consumidor se evaluó basándose en las características sensoriales de olor, color y sabor, utilizando una escala hedónica de 4 puntos, con los siguientes descriptores: Mala=1, Regular=2, Buena=3 y Excelente=4.

Las bebidas proteicas fueron repartidas en porciones de 20 ml e identificadas con números aleatorios de 3 cifras.

La evaluación fue realizada en un área acondicionada (salón de clases), con un panel de 25 evaluadores no entrenados; a los cuales se les suministró una ficha de evaluación (ver Anexo 5).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon diseños experimentales en el proceso de malteo de la quinua y en la evaluación sensorial de los productos terminados. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5%.

3.5.1 Proceso de malteo

a) **Operación de remojo:** Se aplicó el diseño factorial 3^2 (Wayne, 2002). Se estudió el efecto de las variables tiempo de remojo (h) y cantidad de agua (ml) sobre la variable respuesta ganancia de humedad.

En esta operación, se acondicionó la quinua (100 g) sobre bandejas de plástico, luego se agregó agua a una proporción de 1:1, 1:1,5 y 1:2 (grano: agua) y se dejó remojar durante 4 h, 8 h y 12 h a temperatura ambiente (22 °C); obteniéndose 9 tratamientos en estudio. Una vez transcurrido el tiempo de remojo, se eliminó el agua y se procedió a determinar el contenido de humedad ganado a las 4 h, 8 h y 12 h, respectivamente.

Para este diseño experimental, se siguió el siguiente modelo estadístico y planteamiento de hipótesis descrito por Wayne (2002).

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es el efecto que recibe el i-ésimo bloque o el j-ésimo tratamiento que recibe k-ésimo repetición o réplica.

μ : Media de la población desconocida.

α_i : Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_j : Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Es el efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B.

ε_{ijk} : Error experimental

Planteamiento de hipótesis:

- Factor A: Tiempo de remojo (h)

Ho: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$

H₁: No todos los α_i son iguales

- Factor B: Cantidad de agua (ml)

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$

H₁: No todos los β_i son iguales

- Factor AB: Interacción entre el tiempo y cantidad de agua

Ho: $(\alpha\beta)_{ij} = 0$

H₁: No todos los $(\alpha\beta)_{ij}$ son iguales

b) Operación de Germinación: Se aplicó el diseño completamente aleatorizado de una vía (Wayne, 2002). Se estudió el efecto del tiempo de germinado (días) sobre la conversión de azúcares reductores (%),

Los 9 tratamientos de la operación anterior fueron acondicionados en germinadores caseros (bandejas de plástico acanaladas); las cuales permanecieron a temperatura ambiente (22 °C) durante 3 días. En este lapso de tiempo, las muestras fueron humectadas con agua cada 8 h para mantener la humedad constante.

Para este diseño experimental, se siguió el siguiente modelo estadístico y planteamiento de hipótesis descrito por Wayne (2002).

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es la (ij)-ésima observación (contenido de azúcares reductores).

μ : Media de la población desconocida.

α_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento (tiempo de germinación).

ε_{ij} : Error experimental.

Planteamiento de hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

$H_1: \text{No todos los } \mu_i \text{ son iguales}$

c) **Operación de secado:** Se siguió la metodología planteada por Nieto (1984) y citado por Alvarez (2003), que es el siguiente: 50 °C por 11h, 60 °C por 1 h, 70 °C por 2 h y 80 °C por 5 h.

En la Figura 6 se observa el diagrama experimental aplicado al proceso de malteo de la quinua.

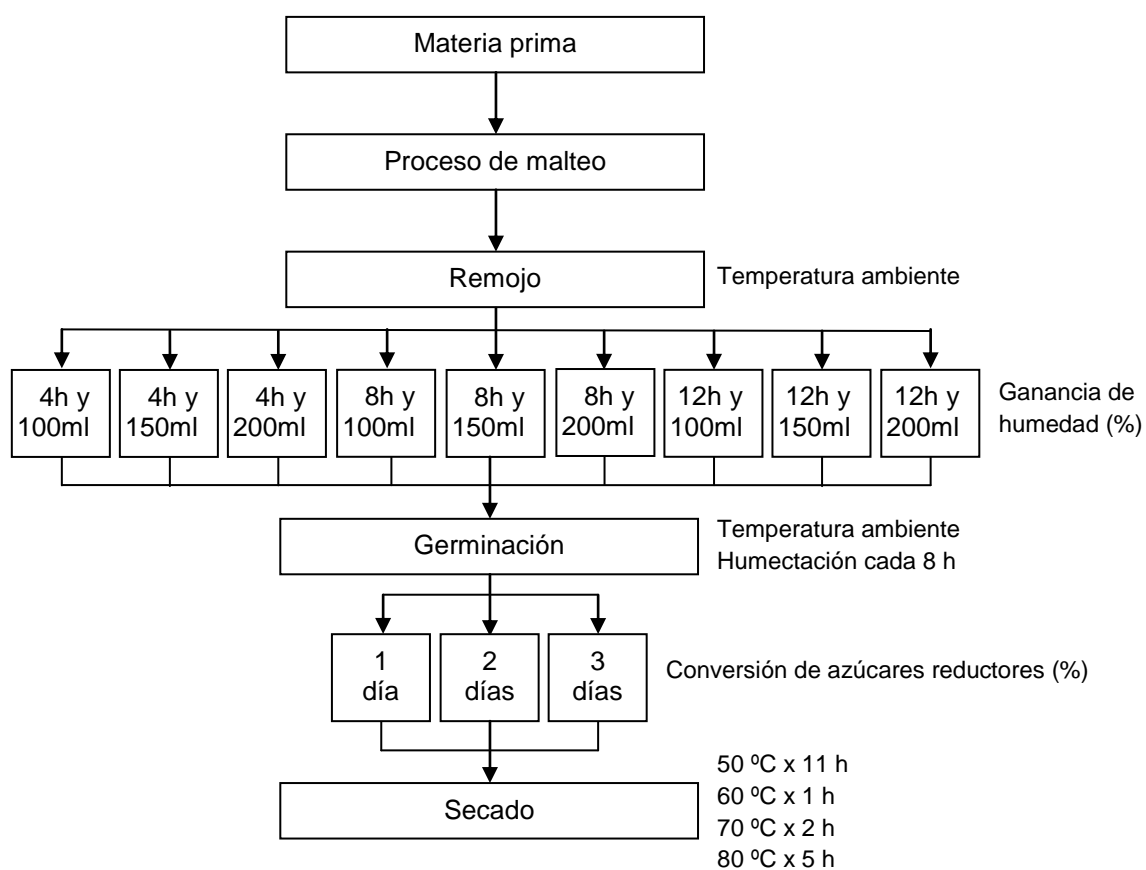


Figura 6: Diagrama experimental aplicado al proceso de malteo.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.5.2 Evaluación sensorial

Se empleó el Método de Test de Preferencia de la Escala Hedónica (Wittig de Penna, 2001) para evaluar la aceptación del consumidor. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza en un diseño de bloques completamente aleatorizado de dos vías (Wayne, 2002).

La evaluación fue realizada por 25 panelistas no entrenados; a los cuales se les suministró una ficha de evaluación (ver Anexo 5).

Para este diseño experimental, se siguió el siguiente modelo estadístico y planteamiento de hipótesis descrito por Wayne (2002).

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es la i-ésima observación (atributo sensorial evaluado).

μ : Media de la población desconocida.

α_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento (muestras).

β_j : Es el efecto del j-ésimo bloque (jueces).

ε_{ij} : Error experimental.

Planteamiento de hipótesis:

- Para los tratamientos (muestras):

Ho: $\alpha_i = 0$

H₁: No todos los α_i son iguales

- Para los bloques (jueces):

Ho: $\beta_i = 0$

H₁: No todos los β_i son iguales

Este planteamiento de hipótesis fue realizado para cada atributo sensorial evaluado.

En la Figura 7 se observa el diagrama experimental aplicado en la evaluación sensorial.

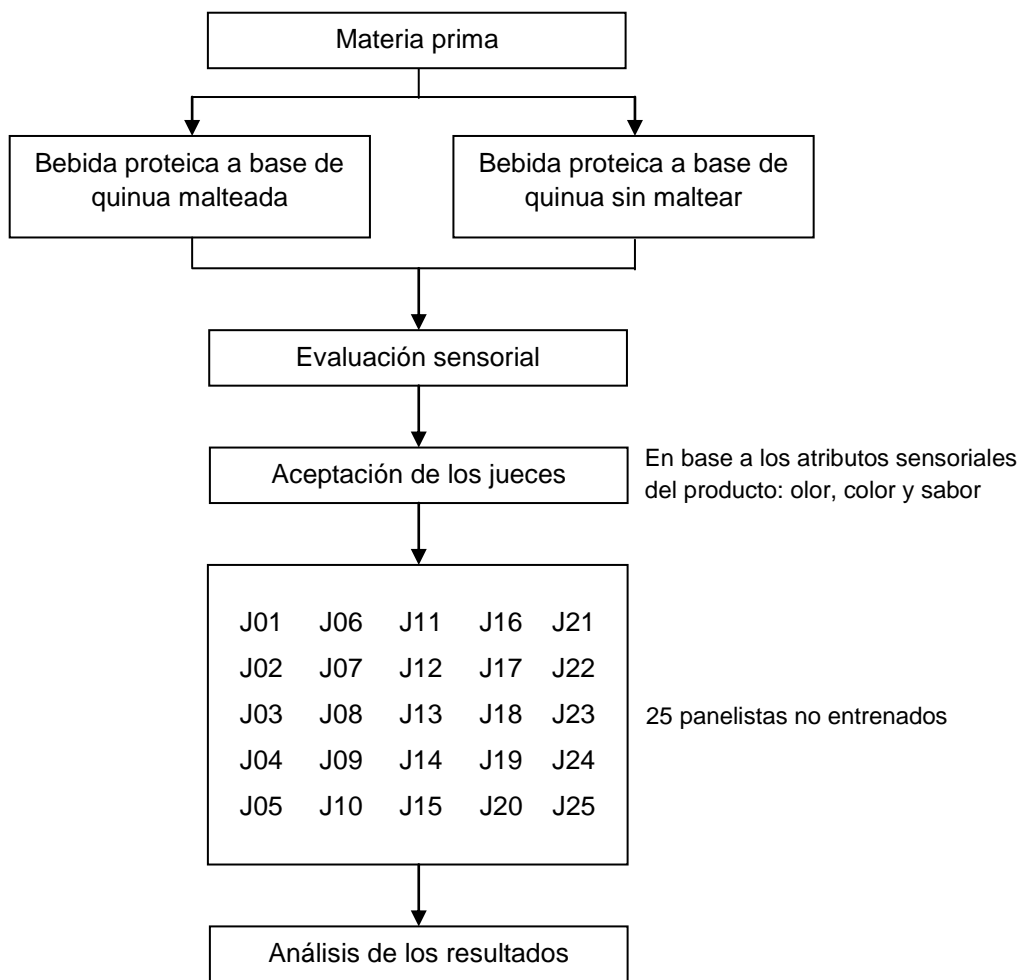


Figura 7: Diagrama experimental aplicado en la evaluación sensorial.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

IV. HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

4.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Es posible obtener dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear, evaluando los parámetros tecnológicos, que conlleven a características químicas, microbiológicas y sensoriales aceptables.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

4.2.1 Variables

Proceso de malteo:

- a. Operación de remojo:
 - Variables independientes: Tiempo (h) y Cantidad de agua (ml)
 - Variable dependiente: Humedad (%)
- b. Operación de germinado:
 - Variable independiente: Tiempo (días)
 - Variable dependiente: Azúcares reductores (%)
- c. Operación de secado:
 - Variables independientes: Tiempo (h) y Temperatura (°C)
 - Variable dependiente: Humedad (%)

Producto final:

- Variable independiente: Proceso tecnológico aplicado
- Variables dependientes: Características químicas, características microbiológicas y características sensoriales de la bebida proteica.

4.2.2 Indicadores

No existe una norma específica acerca del proceso de malteo de la quinua, se tomó como referencia, bibliografía relacionada con el malteo de la cebada y similares para encontrar los parámetros óptimos de trabajo.

Los análisis proximales, fisicoquímicos y microbiológicos fueron realizados de acuerdo a los métodos de ensayo descritos por las Normas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

5.1.1 Análisis físicos

❖ **Determinación del grado de calidad del grano de quinua:** Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.029 (1982). En el Cuadro 9 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 9: Características de calidad del grano de quinua.

Características	%
Granos enteros y sanos	96,50
Granos infestados	0,00
Granos partidos y chupados	0,72
Granos dañados	0,93
Materias extrañas	1,85
Granos infectados	0,00
Variedades contrastantes	0,00

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Los resultados fueron evaluados con la tabla de requisitos de calidad establecidos en la NTP 205.036 (1982) (ver Anexo 17). Se determinó que la muestra en estudio se encuentra clasificada como Grado 2, por

presentar un porcentaje de materias extrañas superior al 1,5%. Por lo tanto su designación resulta como: Quinua dulce Grado 2.

❖ **Prueba de germinación:** Este ensayo se realizó por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.018 (1980). En el Cuadro 10 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 10: Energía y capacidad de germinación.

Ensayo	%
Energía de germinación (72h)	97,50
Capacidad de germinación (120h)	97,50

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Se observa que la quinua presenta un poder germinativo superior al 90%, debido a la corta dormancia que presenta; ya que desde el primer día de germinación, los granos comenzaron a germinar. Según Nieto (1984), la rapidez de la germinación de la quinua se debe a la ausencia de cáscara gruesa, lo que facilita el ingreso del agua. Por otro lado, Hough (1990) señala que, para que se desarrolle un potencial enzimático adecuado, se requiere un porcentaje de germinación superior al 85%. Estos resultados demuestran que la quinua es apta para inducirlo en el proceso de malteo.

5.1.2 Análisis proximal

En el Cuadro 11 se presenta la composición proximal de la quinua, quinua germinada y malta de quinua, de la variedad Blanca de Junín. Estos análisis se realizaron por duplicado y se encuentran expresadas en base húmeda.

Cuadro 11: Composición proximal de la quinua, quinua germinada y malta de quinua (g/100g).

Componente	Quinua (%)	Quinua germinada (%)		Malta de quinua (%)
		1 día	3 días	
Humedad	13,49	43,64	42,85	7,02
Proteínas ⁽¹⁾	10,23	6,31	6,19	10,59
Lípidos	6,28	4,04	4,00	6,62
Cenizas	2,56	1,69	1,62	2,80
Fibra	2,80	1,88	1,75	2,82
Carbohidratos ⁽²⁾	67,44	44,32	45,34	72,97
Valor calórico (Kcal/g)	367,20	238,88	242,12	393,82

Fuente: Elaboración propia, 2012.

⁽¹⁾ Factor de conversión de N₂= 6,25.

⁽²⁾ Por diferencia.

Se observa que existe una variación en la composición proximal de las muestras analizadas. Los valores de proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos en la quinua, mostraron un descenso significativo en la etapa de germinación. Por el contrario, la humedad se incrementó.

En cuanto a la composición proximal de la malta de quinua, se observa un aumento en los valores de proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos después de concluido el proceso de malteado. El contenido de humedad de la malta se redujo considerablemente.

En cuanto al valor calórico, este sufrió un descenso considerable de 128,32 Kcal/g y 125,08 Kcal/g, en el primer y tercer día de germinación, respectivamente. Por el contrario, este valor se recuperó e incrementó en 26,62 Kcal/g, una vez concluido el proceso de malteo (obtención de la malta).

En el Cuadro 12 se presenta una comparación de la composición proximal de las muestras analizadas (quinua y malta de quinua) con estudios realizados por otros investigadores.

Cuadro 12: Comparación de la composición proximal de la quinua y malta de quinua con otros autores (g/100g).

Componente	Quinua (%)			Malta de quinua (%)		
	Experimental (a)(*)	Teórico (b)	Teórico (c)(*)	Experimental (a) (*)	Teórico (d)	Teórico (e)(+)
Humedad	13,49	10,80	11,10	7,02	---	3,64
Proteínas ⁽¹⁾	10,23	12,10	11,10	10,59	16,10	10,55
Lípidos	6,28	6,10	7,70	6,62	7,64	5,50
Cenizas	2,56	2,70	2,70	2,80	5,22	1,84
Fibra	2,80	6,80	6,00	2,82	2,18	2,73
Carbohidratos ⁽²⁾	67,44	68,30	67,40	72,97	66,86	75,74

Fuente: ^(a) Reporte propio, 2012. ^(b) Collazos, 1996. ^(c) Reyes et al., 2009 (ver Anexo 6). ^(d) Nieto, 1984. ^(e) Alvarez, 2003.

⁽¹⁾ Factor de conversión de N₂= 6,25.

⁽²⁾ Por diferencia.

^(*) Quinua de la variedad Blanca de Junín

⁽⁺⁾ Quinua de la variedad Samaja.

Se observa que existe una ligera diferencia en la composición proximal de las muestras analizadas (quinua y malta de quinua) con respecto a los datos reportados por otros investigadores.

En cuanto a la composición proximal del grano de quinua (Collazos, 1996; Reyes et al., 2009), reportaron un contenido de humedad comprendido entre 10,80% y 11,10%, respectivamente. El valor obtenido fue de 13,49%. Según los requisitos de calidad especificados en la NTP

205.036 (1982) (ver Anexo 17), el contenido de humedad del grano no debe exceder del 14,5%; el valor obtenido se encuentra por debajo del límite permitido, lo que garantiza una adecuada conservación de la calidad del grano durante su almacenamiento.

Con respecto al contenido de proteína, ceniza y fibra, los valores obtenidos fueron menores a los reportados por (Collazos, 1996; Reyes et al., 2009), quienes obtuvieron (12,10% y 11,10%); (2,70% y 2,70%) y (6,80% y 6,00%), respectivamente.

En cuanto al contenido de lípidos, el valor obtenido fue de 6,28%, este valor es casi similar al reportado por (Collazos, 1996), quien obtuvo 6,10% e inferior al reportado por (Reyes et al., 2009), quien obtuvo 7,70%. Por otro lado, el contenido de carbohidratos fue de 67,44%, este valor es similar al reportado por (Reyes et al., 2009) e inferior a lo reportado por (Collazos, 1996), quienes obtuvieron 67,40% y 68,30%, respectivamente.

En cuanto a la composición proximal de la malta de quinua, se observa que el contenido de humedad fue de 7,02%, valor que excede a lo reportado por (Alvarez, 2003), quien obtuvo 3,64%. Según Hough (1990), una humedad menor al 4% determina una buena calidad en la malta; mientras que una humedad demasiado alta hace que la malta pierda aroma y presente dificultades en la molienda. Pese a esto, no se

presentó dificultades en la molienda, ni problemas de deterioro durante su conservación.

Con respecto al contenido de proteína, lípido y ceniza, los valores obtenidos fueron menores a lo reportado por (Nieto, 1984), quien obtuvo 16,10%, 7,64% y 5,22%, respectivamente. Por el contrario, estos valores fueron superiores a lo reportado por (Alvarez, 2003), quien obtuvo 10,55%, 5,50% y 1,84%, respectivamente. Por otro lado, el contenido de fibra fue de 2,82%, este valor fue superior a los reportados por (Nieto, 1984; Alvarez, 2003), quienes obtuvieron 2,18% y 2,73%, respectivamente.

En cuanto al contenido de carbohidratos, se observó que el valor obtenido de 72,97% es superior en 6,11% al reportado por (Nieto, 1984) e inferior en 2,77% al reportado por (Alvarez, 2003).

Estas diferencias encontradas en la composición proximal, están relacionadas fundamentalmente con el método de análisis empleado y la variedad de muestra analizada.

5.1.3 Análisis fisicoquímicos

❖ **Determinación del porcentaje de saponinas:** Este ensayo se realizó por triplicado, tomando como referencia el Método SAP-ON (Bálsamo, 2002) (ver Anexo 4). En el Cuadro 13 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 13: Determinación del % de saponinas de la quinua.

Nº de muestra	Peso (g)	Nivel de espuma (cm)	% Saponina
1	0,5009	0,3	0,027
2	0,5010	0,4	0,053
3	0,5032	0,4	0,053

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Se observa que la quinua presenta un % de saponina que oscila entre 0,027% y 0,053%. Según lo establecido por la NTP 205.036 (1982) (ver Anexo 17) y por Zavaleta (1983), la quinua puede ser clasificada en base a su contenido de saponina; como dulce y amarga. Se determinó que la quinua en estudio se encuentra clasificada como dulce, por presentar un contenido de saponinas menor al 0,06%.

❖ **Determinación de acidez titulable y pH:** Estos ensayos se realizaron por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.039 (1975)

y NTP 209.069 (1974), respectivamente. En el Cuadro 14 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 14: Determinación de acidez titulable y pH de la harina de quinua.

Nº de muestra	% Acidez	pH
1	0,154	3,95
2	0,164	3,95

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Se observa que la acidez titulable de la muestra oscila entre 0,154% y 0,164%; estos resultados fueron expresados en porcentaje de ácido sulfúrico, por ser este ácido predominante en la muestra analizada (harina de quinua). Comparando estos resultados con los requisitos fisicoquímicos para las harinas (ver Anexo 7), se observa que los valores de acidez para la harina de quinua se encuentran por debajo del límite máximo de acidez con respecto a la harina integral (0,22%), lo cual ofrece una ventaja en cuanto a su estabilidad durante el almacenamiento. Con respecto al pH, el valor obtenido fue de 3,95, ubicándose la muestra analizada dentro del grupo de los alimentos ácidos ($\text{pH} < 4,5$).

Estas dos características fisicoquímicas evaluadas permiten que la harina de quinua sea estable durante su conservación.

5.1.4 Análisis microbiológicos

Se realizó recuento por duplicado de mohos y levaduras. En el Cuadro 15 se presenta los resultados obtenidos.

Cuadro 15: Análisis microbiológico del grano de quinua.

Análisis	Resultado
Numeración de hongos y levaduras (ufc/g)	2×10^2

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Los resultados del análisis microbiológico son indicativos de buena calidad sanitaria, debido a que el valor reportado se encuentra por debajo del límite microbiológico establecido por la Norma Sanitaria (ver Anexo 8).

Según Pascual y Calderón (2000), la composición química de los cereales es favorable para el crecimiento de microorganismos, pero su escasa humedad, sobre todo si se trata de cereales secos, hace que las bacterias sean incapaces de multiplicarse y que los mohos lo hagan de forma limitada.

En el análisis de composición proximal, la quinua presentó una humedad de 13,49% (ver ítem 5.1.2), valor que se encuentra por debajo del límite permitido para su conservación, lo que evitó el crecimiento de

microorganismos. Asimismo la materia prima fue adquirida de un lugar certificado, esto ayudó a garantizar su buena calidad sanitaria.

5.2 PRUEBAS PRELIMINARES EN EL PROCESO DE MALTEO

5.2.1 Etapa de remojo

En el Cuadro 16 se muestra los resultados obtenidos del diseño experimental aplicado en la etapa de remojo (ver ítem 3.5.1).

Cuadro 16: Ganancia de humedad de la quinua durante la etapa de remojo.

Nº de Tratamientos	Factores		Variable respuesta (% Humedad)*
	Tiempo (h)	Cantidad de agua (ml)	
1	4	100	51,17
2	4	150	51,90
3	4	200	49,92
4	8	100	52,37
5	8	150	53,25
6	8	200	52,90
7	12	100	48,89
8	12	150	50,41
9	12	200	53,55

Fuente: Elaboración propia, 2012.

(*) Valores obtenidos en promedio.

Estos resultados fueron analizados aplicando un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (ver Anexo 9). Se observa que el Factor A, Factor B y la Interacción AB tienen valores de F calculado mayores a los valores críticos (F tabla); por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que significa que existen evidencias que estas variables tienen efecto sobre la absorción de agua en el grano durante la etapa de remojo.

En la práctica, todos los tratamientos evaluados alcanzaron un porcentaje de humedad mayor al 48%; con esta humedad todas las muestras podrían germinar independientemente del tratamiento empleado. Sin embargo, esto no ocurrió, debido a que la cantidad de agua empleada para algunos tratamientos no fue la adecuada. Según Chavan y Kadan (1989), demasiada cantidad de agua puede quebrar la cáscara y afectar la capacidad de germinación.

De todos los tratamientos evaluados, el tratamiento 2, reunió las mejores condiciones para continuar con la siguiente etapa del proceso de malteo (germinación).

Repo-Carrasco (1992), reportó un tiempo de 14 a 15 h; Alvarez (2003), reportó un tiempo de 11,5 h y Chaparro et al. (2010), reportaron un tiempo de 6 h. Todas las muestras alcanzaron un contenido de

humedad mayor al 40%, lo que demuestra que la quinua tiene una alta capacidad de absorción de agua.

5.2.2 Etapa de germinación

En el Cuadro 17 se muestra los resultados obtenidos del diseño experimental aplicado en la etapa de germinación (ver ítem 3.5.1).

Cuadro 17: Contenido de azúcares reductores producidos durante la etapa de germinación.

Nº de Tratamientos	Tiempo de germinación (días)		
	1	2	3
1	2,59%	3,39%	4,79%
2	2,45%	3,46%	5,11%
3	2,68%	3,28%	5,01%
4	2,39%	3,48%	4,88%
5	2,50%	3,52%	4,92%
6	2,61%	3,87%	5,07%
7	2,98%	3,98%	4,95%
8	2,73%	3,43%	4,81%
9	2,88%	3,35%	4,93%

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Estos resultados fueron analizados aplicando un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (ver Anexo 10). Se observa que el F

calculado es mayor al F tabla; por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que significa que el contenido de azúcares reductores varía con el tiempo.

De todas las unidades experimentales analizadas, se pudo observar que los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron un alto grado de germinación.

En el Cuadro 17 se observa que existe una variación en el contenido de azúcares reductores durante los tres días de germinación; los valores oscilaron entre 2,39% y 5,11%. El máximo contenido de azúcares reductores (5,11%) fue alcanzado por el tratamiento 2 al tercer día de germinación, es de estimar, que en estas condiciones exista una mayor actividad de las enzimas α y β amilasa que actúan directamente sobre los granos de almidón alterado o roto durante el proceso de germinación. Según Popinigis (1985), el proceso de germinación disminuye el contenido de almidón de la semilla debido a su transformación en azúcares, pero estos no se acumulan, son utilizados en gran parte durante la respiración para la producción de energía y en la síntesis de otras moléculas.

Repo-Carrasco (1992), reportó un tiempo de 2 días, indicando además que las mayores variaciones en las cantidades de glucosa y maltosa se dan dentro de las primeras 24 h de germinación, provenientes de la degradación de los carbohidratos en la semilla; Alvarez (2003),

reportó un tiempo de 5 días, indicando un incremento de azúcares reductores del 2,98% al 11,29%. Estas diferencias son atribuibles a las condiciones del malteo, sus parámetros y a los factores que se tomaron en cuenta para determinar el tiempo adecuado de germinación. Por otro lado, Ashworth y Draper (1992), indican que el tiempo óptimo de germinación es aquel en que se da la máxima actividad amilolítica sin proliferación de microorganismos, desarrollo de aromas desagradables y altas pérdidas debido al excesivo crecimiento de raíces y tallo.

5.2.3 Etapa de secado de la malta

En esta etapa se siguió la metodología planteada por Nieto (1984) y citado por Alvarez (2003), que es el siguiente: 50 °C por 11h, 60 °C por 1 h, 70 °C por 2 h y 80 °C por 5 h. Aplicando esta metodología de trabajo, se pudo obtener una malta con un contenido de humedad igual al 7,02% y de buenas características sensoriales en cuanto al aroma y color.

5.3 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Las bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear fueron elaboradas siguiendo las operaciones descritas en el ítem 3.4.4.

5.4 BALANCE DE MASA DEL PRODUCTO TERMINADO

En las Figuras 8 y 9 se muestran los balances de masa realizados a las bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear, respectivamente. Los rendimientos obtenidos fueron:

- Bebida proteica a base de quinua malteada: 300%
- Bebida proteica a base de quinua sin maltear: 302, 89%

Ambas bebidas presentaron un rendimiento similar, lo cual es favorable en los costos de producción. Sin embargo, la bebida proteica a base de quinua malteada demoró más tiempo en su producción, debido al proceso de malteo de la quinua.

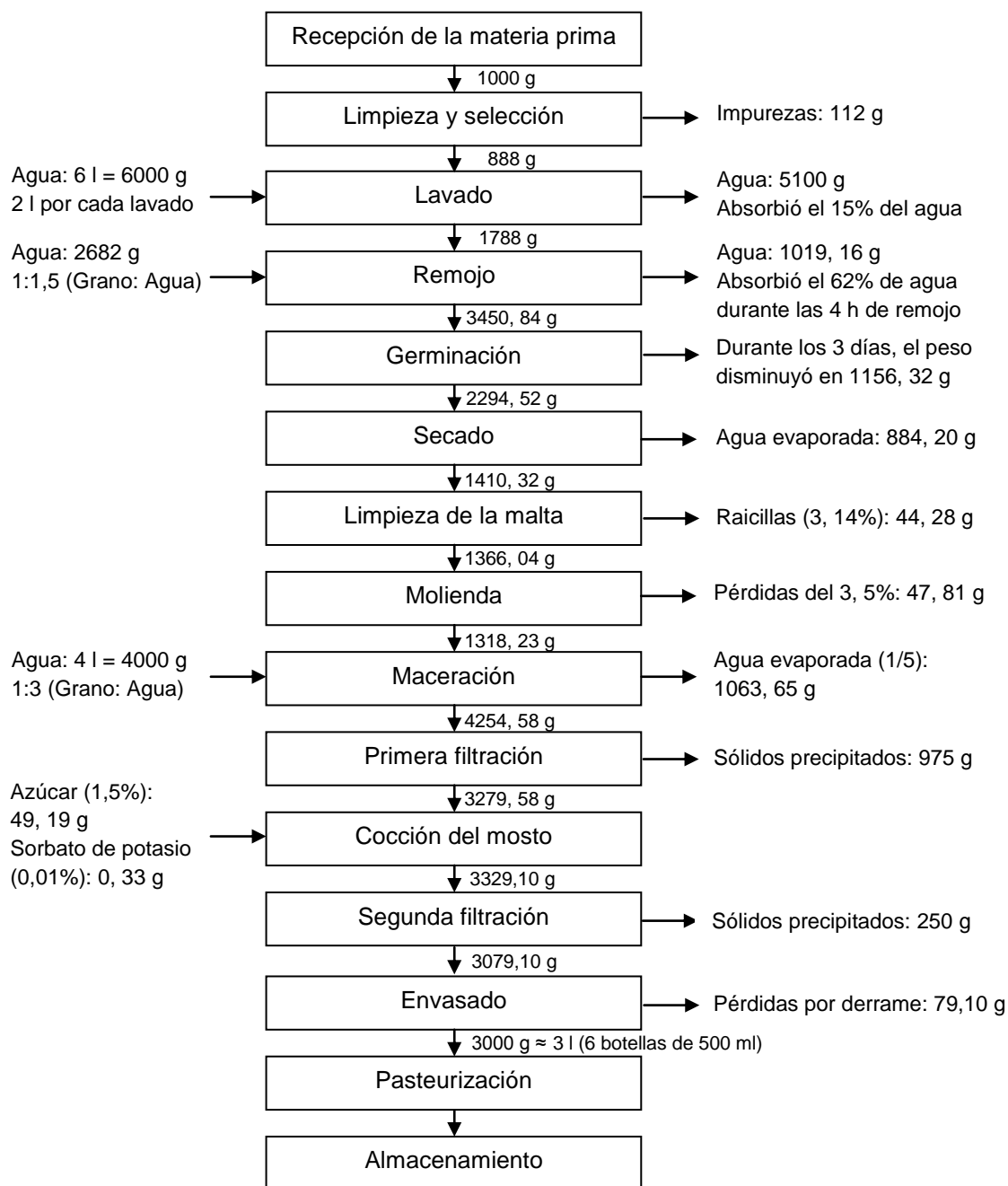


Figura 8: Balance de masa para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

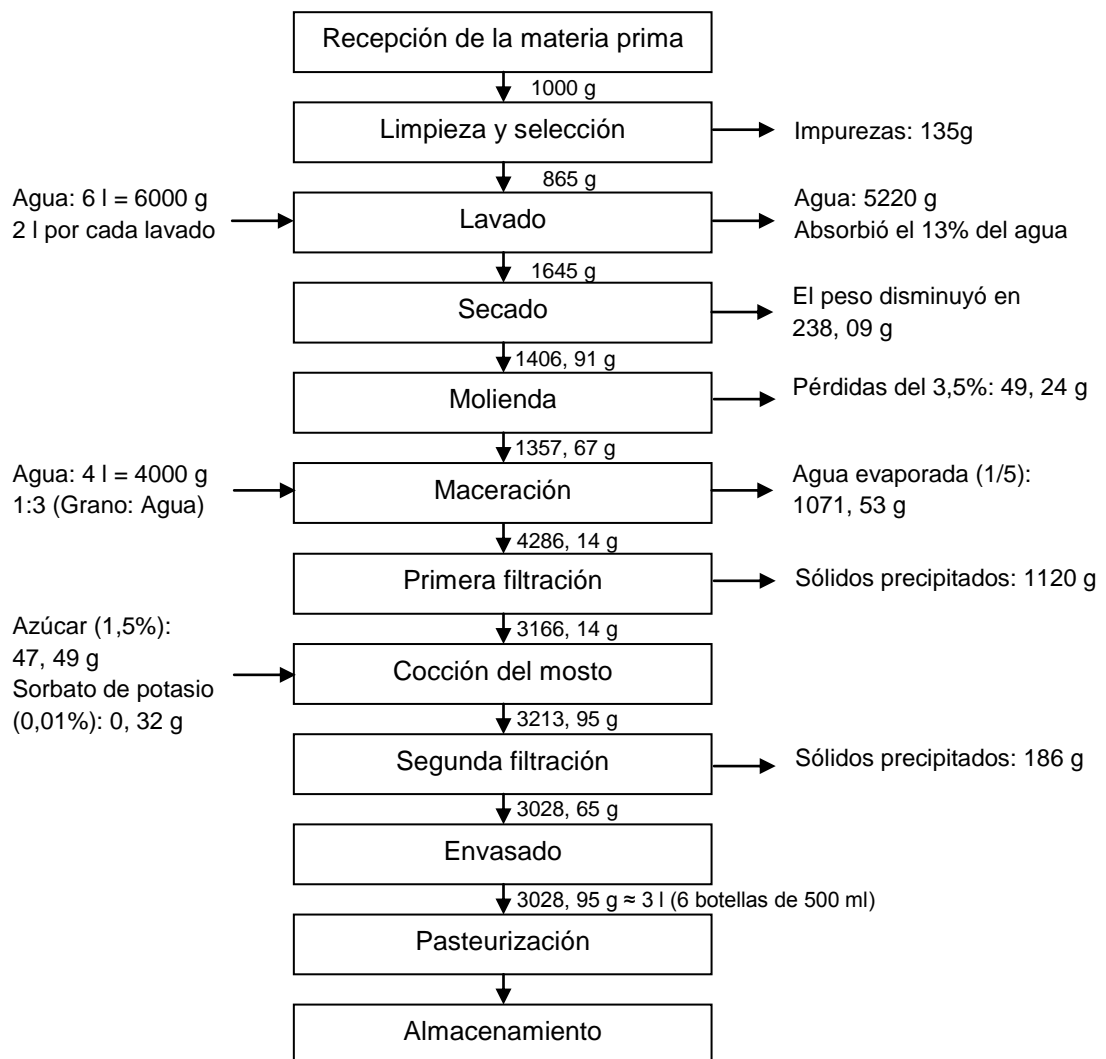


Figura 9: Balance de masa para la elaboración de la bebida proteica a base de quinua sin maltear.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

5.5 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

5.5.1 Análisis proximal

En el Cuadro 18 se presenta los resultados del análisis proximal de las dos bebidas proteicas elaboradas a base de quinua malteada y quinua sin maltear. Estos ensayos se realizaron por duplicado y fueron expresados en base húmeda.

Cuadro 18: Composición proximal de las dos bebidas proteicas (g/100g).

Componente	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)
Humedad	86,06	88,63
Proteínas ⁽¹⁾	0,94	0,67
Lípidos	0,57	0,45
Cenizas	0,23	0,19
Fibra	0,20	0,22
Carbohidratos ⁽²⁾	12,20	10,06
Valor calórico (Kcal/g)	57,69	46,97

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Muestra 1: Bebida proteica a base de quinua malteada.

Muestra 2: Bebida proteica a base de quinua sin maltear.

⁽¹⁾ Factor de conversión de N₂= 6,25.

⁽²⁾ Por diferencia.

Se observa que existe una variación en la composición proximal de ambas bebidas proteicas.

En cuanto al contenido de proteínas, lípidos, ceniza y carbohidratos de la bebida proteica a base de quinua malteada, los valores fueron superiores en 0,27%, 0,12%, 0,04% y 2,14% a los valores reportados para la bebida proteica a base de quinua sin maltear, respectivamente. Por el contrario se observó una disminución de 2,57% y 0,02% en el contenido de humedad y fibra con respecto a ésta bebida.

En cuanto al valor calórico de ambas bebidas, existe una reducción considerable con respecto a los valores reportados inicialmente en el Cuadro 11, para la quinua y malta de quinua. Esto debido a que durante la elaboración de ambas bebidas, se realizó la separación de las materias solubles del extracto (mosto) de las partículas sólidas en la operación de filtración; eliminándose así parte de los componentes principales (carbohidratos, proteínas y lípidos) que contribuyen al cálculo del valor calórico del alimento.

En el Cuadro 19 se presenta una comparación de la composición proximal de las dos bebidas proteicas con otras bebidas de consumo masivo.

Cuadro 19: Comparación de la composición proximal de las dos bebidas proteicas con otras bebidas (g/100g).

Componente	Muestra 1 (a) (%)	Muestra 2 (a) (%)	Cerveza (b) (%)	Chicha de cebada (b) (%)	Chicha de jora (b) (%)
Humedad	86,06	88,63	94,5	94,0	93,2
Proteínas ⁽¹⁾	0,94	0,67	0,3	0,1	0,4
Lípidos	0,57	0,45	0,0	0,2	0,3
Cenizas	0,23	0,19	0,1	0,2	0,3
Fibra	0,20	0,22	0,0	*	0,2
Carbohidratos ⁽²⁾	12,20	10,06	5,1	5,5	5,8
Valor calórico (Kcal/g)	57,69	47,97	36,0	24,0	28,0

Fuente: ^(a) Reporte propio, 2012. ^(b) Reyes et al., 2009 (ver Anexo 6).

Muestra 1: Bebida proteica a base de quinua malteada.

Muestra 2: Bebida proteica a base de quinua sin maltear.

⁽¹⁾ Factor de conversión de N₂= 6,25.

⁽²⁾ Por diferencia.

^(*) No se ha reportado o se desconoce el dato.

Como se observa en el Cuadro 19, existe una variación significativa entre los valores obtenidos para las dos bebidas proteicas con respecto a las otras bebidas de consumo masivo (cerveza, chicha de cebada y chicha de jora). Los valores obtenidos fueron superiores en cuanto al contenido de proteína, grasa, fibra y carbohidratos; pero inferiores en el

contenido de humedad. Asimismo, los valores del contenido de cenizas fueron casi parecidos a lo reportado por Reyes et al. (2009).

Con respecto al valor calórico, se observa que las dos bebidas proteicas presentaron valores superiores con respecto a las otras bebidas, debido a la composición proximal que presentaron.

5.5.2 Análisis fisicoquímicos

➤ **Determinación de acidez titulable y pH:** Estos ensayos se realizaron por duplicado, tomando como referencia la NTP 205.039 (1975) y NTP 209.069 (1974), respectivamente. En el Cuadro 20 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 20: Determinación de acidez titulable y pH de las dos bebidas proteicas.

Muestra	% Acidez	pH
Bebida proteica a base de quinua malteada	0,24	4.05
Bebida proteica a base de quinua sin maltear	0,16	4,00

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Se observa que el valor de la acidez titulable de la bebida proteica a base de quinua sin maltear se mantiene constante con respecto al valor inicial (0,16%). Por el contrario, la acidez de la bebida proteica a base de quinua malteada sufrió un incremento del 0,08%, esto debido a que

durante la germinación se produce el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteína y grasas mediante la acción de enzimas, lo cual puede estar relacionado con la liberación de ácidos grasos y minerales (Ashworth y Draper, 1992).

Con respecto al pH, el valor obtenido osciló entre 4,00 y 4,05; no se encontró una variación significativa con respecto al valor inicial reportado (3,95). Por consiguiente las bebidas analizadas se encuentran dentro del grupo de los alimentos ácidos, por presentar un $\text{pH} < 4,5$. El valor del pH hallado ofrece una ventaja significativa en la conservación del alimento, ya que por regla general las bacterias son incapaces de desarrollarse a valores de pH muy por debajo de 4,5-5,0. Según Mossel et al., (2003), el efecto microbiostático de un pH bajo determinado depende del tipo de ácido presente en el alimento o del utilizado para acidularlo.

5.5.3 Análisis microbiológicos

Se realizó recuento por duplicado de aerobios mesófilos viables, mohos y levaduras y coliformes. En el Cuadro 21 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 21: Análisis microbiológicos del producto terminado.

Análisis	Resultados	
	Bebida proteica a base de quinua malteada	Bebida proteica a base de quinua sin maltear
Numeración de aerobios mesófilos viables (ufc/ml)	Ausencia	Ausencia
Numeración de hongos y levaduras (ufc/ml)	Ausencia	Ausencia
Numeración de coliformes (ufc/ml)	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

No se reportó crecimiento microbiano en los análisis microbiológicos realizados a las bebidas proteicas, lo cual es indicativo de buena calidad sanitaria.

La aplicación de buenas prácticas de manufactura y tratamiento térmico en la elaboración de los productos, ayudaron a garantizar la inocuidad de los mismos; obteniéndose productos aptos para el consumo humano desde el punto de vista microbiológico y sanitario.

5.5.4 Análisis sensorial

Se evaluó la aceptación del consumidor a través de las características sensoriales de olor, color y sabor (ver ítem 3.5.2).

➤ **Atributo sensorial evaluado: Olor**

En el Anexo 11 se muestra los datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (olor). Estos datos fueron analizados aplicando un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (ver Anexo 12). Se observa que para los Bloques (jueces), el F calculado es menor al F tabla; por lo que se acepta H_0 y se rechaza H_1 , lo que significa que no existe evidencia que los métodos de procesamiento empleados en la elaboración de las dos bebidas proteicas tengan efecto sobre el atributo sensorial evaluado (olor) percibido por los jueces. Por otro lado, se observa que para los Tratamientos (muestras), el F calculado es mayor al F tabla; por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que significa que existe evidencia que las muestras difieren entre sí en cuanto al olor.

➤ **Atributo sensorial evaluado: Color**

En el Anexo 13 se muestra los datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (color). Estos datos fueron analizados aplicando un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (ver Anexo 14). Se observa que para los Bloques (jueces), el F calculado es menor al F tabla; por lo que se acepta H_0 y se rechaza H_1 , lo que significa que no existe evidencia que los métodos de procesamiento empleados en la elaboración de las bebidas proteicas tengan efecto sobre el atributo sensorial evaluado

(color) percibido por los jueces. Por otro lado, se observa que para los Tratamientos (muestras), el F calculado es mayor al F tabla; por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que significa que existe evidencia que las muestras difieren entre sí en cuanto al color.

➤ **Atributo sensorial evaluado: Sabor**

En el Anexo 15 se muestra los datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (sabor). Estos datos fueron analizados aplicando un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (ver Anexo 16). Se observa que para los Bloques (jueces), el F calculado es menor al F tabla; por lo que se acepta H_0 y se rechaza H_1 , lo que significa que no existe evidencia que los métodos de procesamiento empleados en la elaboración de las bebidas proteicas tengan efecto sobre el atributo sensorial evaluado (sabor) percibido por los jueces. Por otro lado, se observa que para los Tratamientos (muestras), el F calculado es mayor al F tabla; por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que significa que existe evidencia que las muestras difieren entre sí en cuanto al sabor.

En el Cuadro 22 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación sensorial en función de las características olor, color y sabor.

Cuadro 22: Resultados de la evaluación sensorial.

Muestra	Olor	Color	Sabor
A	3,08	3,16	3,16
B	2,36	2,68	2,60

Fuente: Elaboración propia.

A: Bebida proteica a base de quinua malteada

B: Bebida proteica a base de quinua sin maltear

Las muestras A y B presentaron diferencias significativas en todos los parámetros evaluados (olor, color y sabor).

En cuanto al olor, los valores oscilaron entre 2,36 para la muestra B y 3,08 para la muestra A; siendo estos valores clasificados según la escala hedónica como regular y buena, respectivamente.

En cuanto al color y sabor, los valores para la muestra B oscilaron entre 2,68 y 2,60, respectivamente; siendo estos valores clasificados según la escala hedónica como regular con tendencia a bueno. Mientras que para la muestra A, los valores para ambos casos fueron 3,16; siendo estos clasificados como buenos.

La muestra A fue la que tuvo una mayor aceptación por parte de los panelistas (jueces).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la quinua de la variedad Blanca de Junín presenta: bajo contenido de saponina ($< 0,06\%$), alto poder germinativo ($> 90\%$), % acidez = $0,16\%$, pH = $3,95$, buena calidad sanitaria y una composición proximal de: humedad ($13,49\%$), proteínas ($10,23\%$), lípidos ($6,28\%$), cenizas ($2,56\%$), fibra ($2,80\%$) y carbohidratos ($67,44\%$).
2. Se determinó que las mejores condiciones operacionales en el proceso de malteo son: tiempo 4 horas y cantidad de agua de 1:1,5 en relación grano: agua, en la operación de remojo; y un tiempo de 3 días en la operación de germinado.
3. Se observó que el malteo induce a cambios en la composición proximal de la quinua. La malta de quinua presentó una composición proximal superior al de la quinua y quinua germinada, elevando así su valor nutricional; siendo esta igual a: humedad ($7,02\%$), proteínas ($10,59\%$), lípidos ($6,62\%$), cenizas ($2,80\%$), fibra ($2,82\%$) y carbohidratos ($72,97\%$).

4. Se estableció que el flujo de proceso de elaboración de la bebida proteica a base de quinua malteada consiste de: recepción, limpieza y selección, lavado, remojo, germinación, secado, limpieza de la malta, molienda, maceración, primera filtración, cocción del mosto, segunda filtración, envasado, pasteurización y almacenamiento. Y para la bebida proteica a base de quinua sin maltear, el flujo de proceso consiste de: recepción, limpieza y selección, lavado, secado, molienda, maceración, primera filtración, cocción del mosto, segunda filtración, envasado, pasteurización y almacenamiento.

5. Se determinó que las bebidas proteicas elaboradas a base de quinua malteada y quinua sin maltear presentan en promedio: % acidez = 0,20, pH = 4,025, buena calidad sanitaria y una composición proximal de: humedad (87,35%), proteínas (0,81%), lípidos (0,51%), cenizas (0,21%), fibra (0,21%) y carbohidratos (11,13%). La bebida proteica a base de quinua malteada presentó una mayor aceptación.

6. Las bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear presentaron características nutricionales, microbiológicas y

sensoriales aceptables. Por lo que pueden ser empleadas como una alternativa en la alimentación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la desinfección de la materia prima para evitar problemas de deterioro ocasionado por agentes microbianos.
2. Realizar ensayos experimentales del malteo de la quinua en un equipo de micromalteado.
3. Realizar un estudio acerca de la cuantificación del almidón degradado y disponible que resulta de la hidrólisis enzimática durante la operación de germinado.
4. Realizar ensayos acerca del porcentaje de digestibilidad proteica del producto terminado mediante el método de la digestibilidad simulada; esto permitirá conocer los valores aproximados del porcentaje de absorción de proteína ingerida por el organismo.
5. Evaluar la estabilidad del producto durante el almacenamiento para determinar su tiempo de vida útil en anaquel.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez, Y. (2003). *Evaluación y determinación de los parámetros para la elaboración de una mezcla instantánea a base de soya y quinua malteada*. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tacna.
2. Ashworth, A. y Draper, A. (1992). *The potential of traditional technologies for increasing the energy density of weaning foods: a critical review of existing knowledge with particular reference to malting and fermentation*. Recuperado el 18 de noviembre del 2011, de https://extranet.who.int/iris/restricted/bitstream/10665/61642/1/WHO_CDD_EDP_92.4.pdf
3. Bálsamo, M. (2002). *Desarrollo y evaluación de un método afrosimétrico mecánico para la determinación de saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima.

4. Centro Nacional de Documentación Científica y Tecnológica de la Universidad Mayor de San Andrés. (1984). *Perfil industrial sobre desaponificación de quinua*. La Paz: Junta del Acuerdo de Cartagena.
5. Collazos, C. (1975). *La Composición de los Alimentos Peruanos*. (5ª ed.). Lima: Ministerio de Salud, INS.
6. Collazos, C. (1996). *La Composición de los Alimentos Peruanos*. (7ª ed.). Lima: Ministerio de Salud, INS.
7. Chaparro, D.C., Pismag, R.Y., Elizalde, A., Vivas, N.J. y Erazo, C.A. (2010). *Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul*. Recuperado el 18 de octubre del 2011, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a05.pdf>
8. Chavan, J. K. y Kadan, S.S. (1989). *Nutritional improvement of cereals by sprouting*. *Critical Reviews in Food Science and Technology*, v. 28, n. 5, p. 401-437.

9. Fries, A. M. y Tapia, M. (1985). *Los cultivos andinos en el Perú*. Boletín No 1. Lima: Programa Nacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, INIPA.
10. Hosney, R. C. (1991). *Principios de ciencia y tecnología de los cereales*. (1ª ed.). Zaragoza: Acribia, S.A.
11. Hough, J.S. (1990). *Biología de la cerveza y de la malta*. (1ª ed.). Zaragoza: Acribia, S.A.
12. Instituto Nacional de Innovación Agraria (2005). *Cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en la región Cusco*. Boletín informativo. Cusco: Ministerio de Agricultura.
13. Jones, D.B. (1941). *Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins*. Circular No. 183. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture.
14. Kirk, R.S., Sawyer, R y Egan, H. (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. (2ª ed.). México: CECOSA.

15. Ministerio de Agricultura. (2004). *Zonas de producción de cultivos andinos en el Perú*. Recuperado el 22 de julio del 2011, de <http://www.inia.gob.pe/cultivosandinos/zonas.htm>
16. Mossel, D.A., Moreno, B. y Struijk, C.B. (2003). *Microbiología de los alimentos*. (2ª ed.). Zaragoza: Acribia, S.A.
17. Mujica, A. (1993). *Cultivo de quinua*. Manual No 11. Lima: IMAITA.
18. Mujica, A. y Jacobsen, S. E. (1999). *Resúmenes de Investigaciones en quinua (Chenopodium quinoa Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962-1999*. Escuela de Posgrado. Puno.
19. Nieto, A. M. (1984). Efecto del Malteo sobre la composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima.
20. Norma Técnica Peruana 205.002. (1979). *Determinación del contenido de humedad, método usual*. Lima: INDECOPI.

21. Norma Técnica Peruana 205.003. (1980). *Determinación de la fibra cruda*. Lima: INDECOPI.
22. Norma Técnica Peruana 205.004. (1979). *Determinación de cenizas*. Lima: INDECOPI.
23. Norma Técnica Peruana 205.005. (1979). *Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldall)*. Lima: INDECOPI.
24. Norma Técnica Peruana 205.006. (1980). *Determinación de materia grasa*. Lima: INDECOPI.
25. Norma Técnica Peruana 205.018. (1980). *Determinación de la germinación en cebada*. Lima: INDECOPI.
26. Norma Técnica Peruana 205.027. (1975). *Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial*. Lima: INDECOPI.
27. Norma Técnica Peruana 205.029. (1982). *Análisis físico*. Lima: INDECOPI.

28. Norma Técnica Peruana 205.036. (1982). *Quinoa y cañihua*. Lima: INDECOPI.
29. Norma Técnica Peruana 205.039. (1975). *Determinación de la acidez titulable*. Lima: INDECOPI.
30. Norma Técnica Peruana 209.059 (1974). *Determinación del pH (Método potenciométrico)*. Lima: INDECOPI.
31. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Food energy - methods of analysis and conversion factors*. Report of Technical Workshop, Food and Nutrition Paper N° 77. Rome: FAO.
32. Ortiz, R. y Zanabria, E. (1979). *Plagas. En: Quinoa y Kañiwa cultivos andinos*. Bogota: IICA.
33. Othón, S. R. (1996). *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. México: AGT Editor, S.A.

34. Paredes, C. (1993). *Nutrición: Fundamentos bioquímicos fisiológicos y clínicos*. Lima: CONCYTEC.
35. Pascual, M. R. y Calderón, V. (2000). *Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas*. (2ª ed.). Madrid: Díaz de los Santos.
36. Pérez, A. M., Archondo, J., Pérez, C. M. y Medeiros, C. (1997). *Mezclas alimenticias con cultivos andinos*. La Paz: UMSA.
37. Perú ecológico. (s.f.). *Quinoa (Chenopodium quinoa)*. Recuperado el 15 de mayo del 2011, de http://www.peruecologico.com.pe/flo_quinoa_1.htm
38. Popinigis, F. (1985). *Fisiología da semente*. Brasilia: AGIPLAN.
39. Repo-Carrasco, R. (1988). *Cultivos andinos: Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento*. Cusco: Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.

40. Repo-Carrasco, R. (1992). *Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil*. Serie Investigaciones No 1. Lima: Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.
41. Repo-Carrasco, R. (1995). *Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y granos andinos*. Lima: Agraria.
42. Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Recuperado el 8 de marzo del 2012, de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM591MIN SANORMA.pdf>
43. Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., Espinoza, C., Bravo, F. y Ganoza, L. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Recuperado el 20 de noviembre del 2011, de http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/5/jer/tab_cien_cenan/Tabla%20de%20Alimentos.pdf

44. Ríos, W. y Kamishikiriyo, L. (1977). *Estudio tecnológico para la elaboración de mezclas enriquecidas*. Instituto de Investigaciones Agroindustriales. Programa Nacional de Alimentación Popular. Lima.
45. Risi, M. A. T. (1984). *Estudio de la calidad maltera de variedades de cebada nacional mediante pruebas de micromalteo*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima.
46. Ruales, J. y Nair, B. M. (1994). *Factores antinutricionales en semillas de quinoa (Chenopodium quinoa Willd): Saponinas, ácido fítico, taninos e inhibidores de proteasa*. En: Resúmenes de trabajos presentados al VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
47. Salud plena. (s.f.). *Malta energizante y nutritiva*. Recuperado el 8 de junio del 2011, de <http://www.saludplena.com/index.php/malta-energizante-y-nutritiva/>
48. Scarpati de Briceño, Z. (1978). *Aislamiento y caracterización de almidón de quinua (Chenopodium quinoa) y cañihua (Chenopodium*

pallidicaule). Primer Congreso Nacional en Ciencia y Tecnología de alimentos. Resúmenes. Lima.

49. Tapia, M. (1990). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la Alimentación*. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

50. Valdez, J. C. (1995). *Obtención de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada malteadas*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima.

51. Villacorta, L. y Talavera, V. (1976). *Anatomía del grano de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Anales científicos. Vol. XIV: 39-45. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

52. Wayne, D. (2002). *Bioestadística*. (4ª ed.). México: Limusa, S.A.

53. Wittig de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Recuperado el 27 de marzo del 2012, de

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html

54. Zavaleta, R. (1983). *Evaluación de procesos industriales para la desaponificación de quinua*. Lima: Junta del Acuerdo de Cartagena.

ANEXOS

ANEXO 1:

Factores de conversión de nitrógeno en proteínas

ALIMENTO	FACTOR DE CONVERSIÓN
Harina de trigo refinada y derivados	5,70
Trigo completo	5,83
Avena, cebada, centeno	5,83
Arroz pilado	5,95
Almendras	5,18
Nueces del Brasil	5,46
Maní (con y sin película)	5,46
Frijol soya y derivados	5,71
Coco, castañas y otras oleaginosas	5,30
Leche y derivados	6,38
Gelatina	5,55
Otros	6,25

Fuente: Jones, 1941.

ANEXO 2:

Método de Fehling

Mezclar en un matraz Erlenmeyer 2,5 ml de solución A y 2,5 ml del reactivo B y agregar 50 ml de agua destilada.

Calentar a ebullición (con un mechero o una plancha de calentamiento) y sin quitar de la fuente de calentamiento, añadir con bureta la solución con los carbohidratos reductores, de tal manera que sólo falte agregar de 0,5 a 1 ml para terminar la titulación, para lo que deberá realizarse una prueba inicial y agregue 0,5 ml de indicador de azul de metileno. Todo el proceso debe realizarse en menos de 3 min.

Las soluciones deberán tener una concentración tal, que se requiera más de 10 ml y menos de 40 ml para reducir todo el cobre del reactivo de Fehling, si se usa una bureta de 50 ml.

Titular el reactivo de Fehling de igual forma, empleando una solución estándar para obtener el factor correspondiente, que debe ser expresado como gramos del carbohidrato que reduce todo el cobre en las condiciones de trabajo.

Fuente: Kirk et al., 1996.

ANEXO 3:

Factores específicos de Atwater para alimentos

	Proteína Kcal/g (KJ/g) [§]	Grasa Kcal/g (KJ/g) [§]	Carbohidrato total Kcal/g (KJ/g) [§]
Huevos, productos cárnicos, productos lácteos:			
Huevos	4,36 (18,2)	9,02 (37,7)	3,68 (15,4)
Carne/pescado	4,27 (17,9)	9,02 (37,7)	*
Leche/ productos lácteos	4,27 (17,9)	8,79 (36,8)	3,87 (16,2)
Grasas y aceites:			
Mantequilla	4,27 (17,9)	8,79 (36,8)	3,87 (16,2)
Margarina, vegetal	4,27 (17,9)	8,84 (37,0)	3,87 (16,2)
Otras grasas y aceites vegetales	--	8,84 (37,0)	--
Frutas:			
Todas, excepto limones y limas	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	3,60 (15,1)
Jugo de fruta, excepto limón y lima [#]	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	3,92 (16,4)
Limón, limas	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	2,48 (10,4)
Jugo de limón, jugo de lima [#]	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	2,70 (11,3)
Cereales y productos:			
Cebada, perlada	3,55 (14,9)	8,37 (35,0)	3,95 (16,5)
Harina de Maíz, integral	2,73 (11,4)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Fideos, macarrones, espagueti	3,91 (16,4)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Avena y harina de avena	3,46 (14,5)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Arroz integral	3,41 (14,3)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Arroz blanco o pulido	3,82 (16,0)	8,37 (35,0)	4,16 (17,4)
Centeno, harina integral	3,05 (12,8)	8,37 (35,0)	3,86 (16,2)
Centeno, harina ligera	3,41 (14,3)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
Sorgo, harina integral	0,91 (3,8)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Trigo, 97 – 100 % extracción	3,59 (15,0)	8,37 (35,0)	3,78 (15,8)
Trigo, 70 – 74 % extracción	4,05 (17,0)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Otros cereales – refinados	3,87 (16,2)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Leguminosas, nueces:			
Frijoles maduros secos, arvejas, nueces	3,47 (14,5)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
Soya	3,47 (14,5)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
Vegetales:			
Papas, almidón de raíces	2,78 (11,6)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Otras raíces y tubérculos	2,78 (11,6)	8,37 (35,0)	3,84 (16,1)
Otros vegetales	2,44 (10,2)	8,37 (35,0)	3,57 (14,9)

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002.

* El factor de carbohidrato para sesos, corazón, riñón e hígado es 3,87 kcal/g y 4,11 kcal/g para lengua, crustáceos y mariscos.

Sin endulzar.

§ Los datos entre paréntesis indican la energía expresada en kilojoules.

ANEXO 4:

Método SAP-ON para la determinación de saponinas

Este método se fundamenta en la propiedad que tiene la saponina para formar espuma, donde la altura que se obtiene como dato para este análisis es el resultado del siguiente procedimiento:

- Se clasifica el grano en zarandas de 2,4 mm y 2,0 mm.
- Se pesa 0,5 g del grano retenido en la malla de 2,0 mm.
- La muestra es llevada a un tubo con tapa de 15 cm, se adiciona 5 ml de agua destilada y luego de 4 minutos de reposo.
- Se agita 30 segundos en el SAP-ON, se espera 30 minutos.
- Se vuelve a agitar por 20 segundos, inmediatamente después viene un descanso de 30 minutos y agitación por 30 segundos, entonces se toma la lectura de la espuma a los 5 minutos finalizada esta última agitación. A mayor altura de la espuma, mayor contenido de saponina.
- El % de saponina se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Saponina} = \frac{h - 0,2}{3,74}$$

Dónde: h: altura de la espuma (cm)

Fuente: Bálsamo, 2002.

ANEXO 5:

Ficha de evaluación organoléptica

Tipo: Preferencia

Nombre:

Método: Escala Hedónica

Fecha:

Producto:

Hora:

Sírvase degustar las muestras que se presentan. Señale su respuesta marcando una de las alternativas correspondientes a cada una de las características de las muestras, de acuerdo a la Escala Hedónica mostrada a continuación;

1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Excelente

Muestra N°.....			Muestra N°.....		
Olor	Color	Sabor	Olor	Color	Sabor

Comentarios:

.....
.....

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 6:

Tablas peruanas de composición de alimentos

A. CEREALES Y DERIVADOS (Composición en 100 g de alimento)										
Nombre del alimento	Energía (kcal)	Energía (kJ)	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Carbohidratos totales (g)	Carbohidratos disponibles (g)	Fibra cruda (g)	Fibra dietaria (g)	Cenizas (g)
Quinoa	343	1443	11,5	13,6	5,8	66,6	60,7	1,9	5,9	2,5
Quinoa dulce, blanca (Junín)	352	1474	11,1	11,1	7,7	67,4	61,5	6,0	5,9	2,7
Quinoa dulce, blanca (Puno)	340	1423	11,2	11,6	5,3	68,9	63,0	6,8	5,9	3,0
Quinoa dulce, rosada (Junín)	352	1471	11,0	12,30	7,2	67,1	61,2	7,0	5,9	2,4
H. BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y ANALCOHÓLICAS (Composición en 100 g de alimento)										
Nombre del alimento	Energía (kcal)	Energía (kJ)	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Carbohidratos totales (g)	Carbohidratos disponibles (g)	Fibra cruda (g)	Fibra dietaria (g)	Cenizas (g)
Cerveza	36	151	94,5	0,3	0,0	5,1	5,1	0,0	0,0	0,1
Chicha de cebada	24	100	94,0	0,1	0,2	5,5	5,5	.	.	0,2
Chicha de jora	28	117	93,2	0,4	0,3	5,8	5,8	0,2	.	0,3

Fuente: Reyes et al., 2009.

(.): Cuando no se ha reportado o se desconoce el dato.

ANEXO 7:

Requisitos que deben cumplir las harinas

Requisitos	Especial		Extra		Popular		Semi Integral		Integral	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Humedad %	-	15,00	-	15,00	-	15,00	-	15,00	-	15,00
Cenizas %	-	0,64	0,65	1,00	1,01	1,40	1,41	-	-	-
Acidez %	-	0,10	-	0,15	-	0,16	-	0,18	-	0,22

Fuente: NTP 205.027, 1975.

ANEXO 8:

Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIÁCEAS Y DERIVADOS (harinas y otros).						
V.1 Granos secos.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
XVI. BEBIDAS.						
XVI.2 Bebidas no carbonatadas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	---

Fuente: RM N° 591-2008/MINSA.

ANEXO 9:

Análisis de varianza en la etapa de remojo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F _{cal}	F _{tabla}
Factor A (Tiempo de remojo)	13,9080	2	6,9540	22,68	4,26
Factor B (Cantidad de agua)	5,7730	2	2,8865	9,41	4,26
Interacción AB	21,5681	4	5,3920	17,59	3,63
Error	2,7597	9	0,3066		
Total	44,0088	17			

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 10:

Análisis de varianza en la etapa de germinación

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F _{cal}	F _{tabla}
Entre grupos	24,132	2	12,066	344,85	3,40
Dentro de los grupos	0,849	24	0,035		
Total	24,981	26			

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 11:

Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (olor)

Nº de Jueces	Muestras		Totales
	A	B	
1	3	2	5
2	3	2	5
3	2	2	4
4	4	2	6
5	4	2	6
6	3	2	5
7	3	3	6
8	3	3	6
9	4	2	6
10	4	3	7
11	2	2	4
12	2	2	4
13	3	3	6
14	4	3	7
15	2	2	4
16	3	3	6
17	3	3	6
18	3	3	6
19	2	2	4
20	3	3	6
21	4	2	6
22	3	2	5
23	3	2	5
24	3	2	5
25	4	2	6
Totales	77	59	136
Medias	3,08	2,36	5,44

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 12:

Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (olor)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F _{cal}	F _{tabla}
Bloques (Jueces)	10,08	24	0,42	1,35	1,98
Tratamientos (Muestras)	6,48	1	6,48	20,90	4,26
Error	7,52	24	0,31		
Total	24,08	49			

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 13:

Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (color)

Nº de Jueces	Muestras		Totales
	A	B	
1	4	3	7
2	3	3	6
3	4	3	7
4	4	3	7
5	3	4	7
6	3	4	7
7	3	2	5
8	3	2	5
9	3	2	5
10	4	3	7
11	4	2	6
12	4	2	6
13	3	2	5
14	3	2	5
15	3	3	6
16	3	3	6
17	3	3	6
18	3	2	5
19	3	2	5
20	2	3	5
21	2	3	5
22	3	3	6
23	2	3	5
24	4	3	7
25	3	2	5
Totales	79	67	146
Medias	3,16	2,68	5,84

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 14:

Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (color)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F_{cal}	F_{tabla}
Bloques (Jueces)	8,68	24	0,36	0,86	1,98
Tratamientos (Muestras)	2,88	1	2,88	6,86	4,26
Error	10,12	24	0,42		
Total	21,68	49			

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 15:

Datos obtenidos del atributo sensorial evaluado (sabor)

Nº de Jueces	Muestras		Totales
	A	B	
1	3	2	5
2	3	2	5
3	3	2	5
4	4	3	7
5	4	2	6
6	3	2	5
7	4	3	7
8	4	2	6
9	4	2	6
10	3	2	5
11	2	3	5
12	4	3	7
13	2	3	5
14	3	2	5
15	3	3	6
16	4	2	6
17	2	3	5
18	4	4	8
19	4	3	7
20	2	3	5
21	3	4	7
22	3	2	5
23	2	3	5
24	2	3	5
25	4	2	6
Totales	79	65	144
Medias	3,16	2,60	5,76

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 16:

Análisis de varianza para el atributo sensorial evaluado (sabor)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F _{cal}	F _{tabla}
Bloques (Jueces)	10,28	24	0,43	0,68	1,98
Tratamientos (Muestras)	3,92	1	3,92	6,22	4,26
Error	15,08	24	0,63		
Total	29,28	49			

Fuente: Elaboración propia, 2012.

ANEXO 17:

NTP 205.036 (1982). Quinua y Cañihua

Prologo

- A. La elaboración de la presente Norma Técnica Nacional se realizó en una serie de reuniones ordinarios que se llevaron a cabo en los años 1970 y 1971. Luego fueron revisados en dos reuniones extraordinarias llevadas a cabo en los meses de Abril y Mayo de 1981.
- B. Las entidades que participaron en su elaboración son:
- MOLINERA SANTA ROSA
 - CONFEDERACIÓN NACIONAL AGRARIA
 - NICOLINI HNOS. S.A.
 - MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN
 - INSTITUTO DE NUTRICIÓN
 - UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 - EMPRESA NACIONAL DE COMERCIALIZACIÓN DE INSUMOS
 - BANCO AGRARIO
 - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES

- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGRARIA

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 205.001 CEREALES. Extracción de muestras.

ITINTEC 205.002 CEREALES Y MENESTRAS. Método práctico para determinar la humedad.

ITINTEC 205.029 CEREALES Y MENESTRAS. Análisis físicos.

2. OBJETO

2.1 Esta Norma define, clasifica y establece los requisitos que deben cumplir la quinua y cañihua para su comercialización.

3. DEFINICIONES

3.1 Quinua: Grano procedente de la especie *Chenopodium quinoa*, caracterizada por estar cubierta por un producto amargo denominado saponina.

3.1.1 Quinua real: Grano procedente de la especie *Amaranthus adullis*, caracterizado por la ausencia de saponina. Se le llama también quinua dulce o trigo inca.

3.1.2 Cañihua: Grano procedente de la especie *Chenopodium Cañihua* (*Chenopodium paullidivaule*, Allem).

3.2 Grado: Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que definen la calidad del conjunto y que se especifican en la Tabla 1.

3.3 Grado muestra: Conjunto de granos que no cumple con los requisitos especificados en la presente Norma Técnica.

3.4 Grano dañado: Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, inmadurez, ataques de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.

3.4.1 Grano dañado por calor: Grano o pedazo de grano que ha cambiado notoriamente de color, como consecuencia de cuto calentamiento o secamiento inadecuado.

3.4.2 Grano infestado: Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grano en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).

3.4.3 Grano infectado: Aquel grano o pedazo de grano que muestra parcial o totalmente la presencia de hongos (mohos o levaduras).

3.5 Grano investido: Grano que conserva adherida la gluma.

3.6 Materia extraña: Comprende todo material diferente al grano de quinua o cañihua como arena, piedras, terrones de cualquier tamaño, cortezas, pedazos de tallo, hojas, panojas y malezas en general.

3.7 Variedad: Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.

3.8 Variedades contrastantes: Granos de quinua o cañihua que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor diferente de la variedad que se considera.

4. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

4.1 Clasificación:

4.1.1 Por su contenido de saponina la quinua se clasificara en:

a) Quinua amarga: Comprende a las variedades de quinua amarga o con saponina.

b) Quinua dulce: Comprende a las variedades de quinua dulce, libre de saponina.

c) Quinua lavada: Comprende a las variedades de quinua amarga sometida a proceso de lavado para despojarla de la saponina.

4.1.2 Por su grado

La quinua y la cañihua se clasificaran en tres grados de acuerdo con los requisitos indicados en la Tabla 1.

4.2 Designación:

4.2.1 La quinua se designará por su nombre, por su contenido de saponina y por su grado, ejemplo: Quinua amarga Grado 1.

4.2.2 La cañihua se designará por su nombre y por su grado, ejemplo: Cañihua Grado1.

5. REQUISITOS

5.1 El grado será determinado por el valor del componente cuyo porcentaje corresponda a la mayor tolerancia de la Tabla1.

5.2 El contenido de humedad del grano no se excederá del 14,5%.

5.3 No se aceptará entre los grados 1, 2 y 3, quinua y cañihua con olores objetables, con residuos de materiales tóxicos o que estén infectados o infestados.

5.4 La quinua o cañihua que no cumpla los requisitos especificados en esta Norma o que por cualquier otra causa sea de calidad evidentemente inferior se considera no clasificada y se comercializara por convenio entre las partes.

TABLA 1

Requisitos que deben cumplir la Quinua y Cañihua

Grado	Porcentajes máximos en masa			
	Variedades contrastantes	Granos dañados		Materias extrañas
		Total	Dañados por calor	
1	3%	2,0%	0,2%	1,5%
2	5%	4,0%	0,4%	3,0%
3	8%	6,0%	0,8%	4,5%

6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

6.1 La extracción de muestras y recepción se realizaran de acuerdo a la Norma ITINTEC 205.001.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Determinación de humedad: Se determina de acuerdo con lo indicado en la Norma ITINTEC 205.002.

7.2 Determinación de los Análisis Físicos: Se determina de acuerdo con lo indicado en la Norma ITINTEC 205.029.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 Envase: La quinua o cañihua deberá comercializarse en envases adecuados que permitan, mantener sus características y su muestreo e inspección, y que eviten pérdidas del producto en condiciones normales de manipuleo y transporte.

8.2 Rotulado: En el rotulo deberán incluirse las siguientes indicaciones básicas.

8.2.1 Procedencia.

8.2.2 Nombre y marca del productor o vendedor.

8.2.3 Designación de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.2.

8.2.4 Contenido en kilogramos.

8.2.5 Indicaciones sobre los tratamientos efectuados contra plagas dañinas al grano.

8.2.6 Año de cosecha.

8.2.7 Las inspecciones del rotulo deberán hacerse en los envases, en una tarjeta unida a los mismos, en la planilla de remisión o en la documentación comercial correspondiente, en forma legible; redactados en español o en otro idioma, si las necesidades de comercialización así lo requieran y, puestas de tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.

ANEXO 18:

Figuras complementarias del trabajo de investigación realizado



Figura 10: Prueba de germinación.



Figura 11: Proceso de malteado.



Figura 12: Determinación de azúcares reductores.

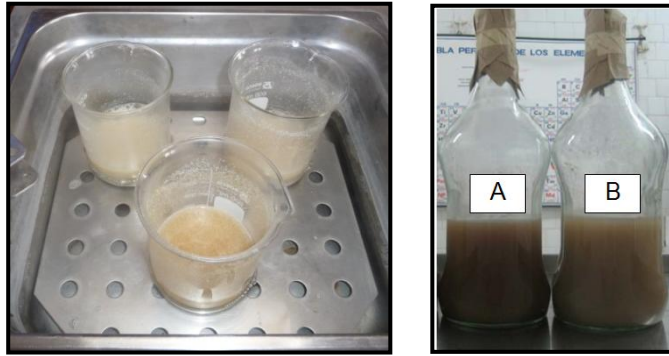


Figura 13: Obtención del producto terminado.

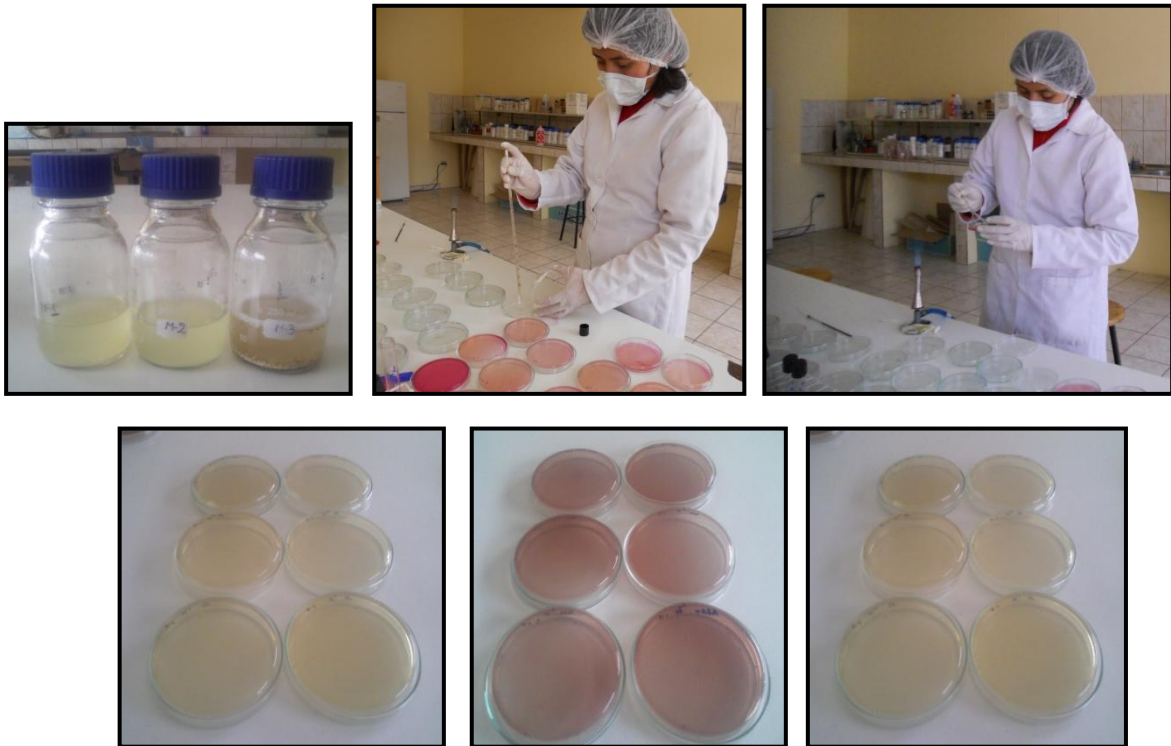


Figura 14: Análisis microbiológicos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

**UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS**

CONSTANCIA

El Jefe de Laboratorio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, hace constar que:

La Srta. Yenny Cecilia Alvarez Carita, Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, ha realizado todos los ensayos experimentales concernientes a su trabajo de investigación de tesis intitulado "Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*)" en nuestro laboratorio desde el 24 de enero hasta el 28 de marzo del 2012.

Las determinaciones de los ensayos experimentales se cumplieron con eficiencia y responsabilidad.

Se expide el presente documento a solicitud de la tesista.

Cusco, 03 de abril del 2012.


Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios
Laboratorio de Análisis Químico

Argemiro Herrera Arceica
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

CONSTANCIA

La responsable del Laboratorio de Control de Calidad de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, hace constar que:

La Srta. Yenny Cecilia Alvarez Carita, Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, ha realizado todos los análisis microbiológicos concernientes a su trabajo de investigación de tesis intitulado "Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*)" en nuestro laboratorio desde el 29 de marzo hasta el 04 de abril del 2012.

Las determinaciones de los análisis microbiológicos se cumplieron con eficiencia y responsabilidad.

Se expide el presente documento a solicitud de la tesista.

Cusco, 10 de abril del 2012.



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Ciencias Biológicas
[Firma]
Dra. Biga. Danza Flores Calderón
PROF. PRINCIPAL D E
UNSAAC