

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**E.P. INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



*Una institución adventista*

**TESIS**  
**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN EL PROCESO DE**  
**ELABORACIÓN DE HOJUELAS PRE COCIDAS EN TRES VARIEDADES**  
**DE QUINUA**

Tesis presentada para optar el Título de Ingeniero de Alimentos

**Autor**

**Bach. Yulitza Verónica Condori Condori**

**Asesor**

**Ing. Carmen Rosa Apaza Humerez**

**Juliaca – Perú**

**Setiembre, 2016**

**TIA 2 C72 2016**

Condori Condori, Yulitza Verónica

Determinación de parámetros en el proceso de elaboración de hojuelas pre cocidas en tres variedades de quinua.

Perú: Juliaca, 2016

90 hojas: cuadros, tablas, bibliografía.

Tesis de Titulación - Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. EP Ingeniería de Alimentos, 2016.

Asesor: Ing. Carmen Rosa Apaza Humerez

Hojuelas/ Pre cocidas / *Chenopodium quinoa Willd* / Diseño Taguchi / Diseño factorial

**DEDICATORIA A:****Dios**

Por ser mi fortaleza en todo tiempo, por rebasar mis sueños y colmarme de bendiciones, por dame valentía. Todo te lo debo a ti.

**Mis padres**

Eduardo Condori Chayña y Maria N. Condori Vilca, por darme todo el apoyo posible y por alentarme hacer las cosas mejor.

**Mi hermano**

Jhony, gracias por estar presente en los peores y mejores momentos de mi vida y por ayudarme y alentarme.

**Mis amigos**

De quienes siempre he recibido apoyo y con quienes he tenido el agrado y suerte

**La Universidad Peruana Unión**

Por darme la oportunidad de ser parte de los profesionales egresados de tan prestigiosa universidad.

**“Buenas cosas obtendrán los que esperan en Dios”**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Dios**

Por darme la sabiduría, paciencia, disciplina y fuerza necesaria para cumplir con mis objetivos y lograr así alcanzar mis metas.

### **Mis padres**

Por brindarme su apoyo y cariño incondicional a lo largo de mis estudios.

### **Mg.Sc. Sumire Quenta Daniel**

Por su asesoría y orientación invaluable en el desarrollo de esta investigación.

### **Ing. Apaza Humerez, Carmen Rosa**

Por la asesoría, su tiempo, colaboración y aportes para la realización y culminación de esta investigación.

### **Estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Industria Alimentarias**

Por su tiempo y colaboración en la ejecución de esta investigación.

### **Facultad de Ingeniería de Industria Alimentaria**

Especialmente a los docentes de la Escuela Académico de Ingeniería de Industrias Alimentarias que abrió las puertas para el desarrollo de mi Proyecto de Titulación.

A la Universidad Peruana Unión, Por velar por el rendimiento académico de cada estudiante y su exhortación por alcanzar la excelencia académica

## ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd).....	3
2.1.1 Características nutricionales.....	3
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3 Clasificación morfológica.....	4
2.2 Importancia de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd) en la alimentación humana .	7
2.3 Características físico químicas de la quinoa.....	8
2.3.1 Proteína.....	8
2.3.2. Carbohidratos.....	10
2.3.3 Lípidos.....	11
2.3.4 Fibra.....	12
2.4 Producción de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd).....	12
2.4.1 Generación y disponibilidad de variedades en la región Puno.....	14
2.4.1.2 Blanca de Juli.....	18
2.4.1.3 Kancolla.....	18

2.4.2	Oferta y demanda de semillas de calidad. ....	19
2.5	Transformación de la quinua .....	20
2.5.1.	Quinua perlada. ....	20
2.5.2.	Harina cruda de quinua. ....	21
2.5.3	Harina tostada de quinua. ....	21
2.5.4	Harina pre cocida de quinua. ....	21
2.5.5	Hojuelas de quinua. ....	21
2.5.6	Quinua expandida o insuflada. ....	22
2.5.7	Leche de quinua. ....	22
2.6	Proceso de producción de hojuelas de cereales .....	23
2.7.	Hojuelas de quinua pre cocida .....	24
2.7.1.	Diagrama de flujo de procesamiento de hojuelas de quinua cruda. ....	26
2.7.1.1	Descripción del proceso de producción de hojuelas de quinua. ....	26
2.8	Cereales pre cocidos .....	27
2.8.1	Tratamiento térmico. ....	28
2.9	Método experimental Taguchi .....	29
2.10	Diseños factoriales $2^k$ .....	31
CAPITULO III .....		32
MATERIALES Y MÉTODOS.....		32

3.1	Lugar de ejecución .....	32
3.2	Materia prima .....	32
3.3	Materiales y equipos.....	33
3.3.1	Reactivos.....	33
3.3.2	Materiales .....	33
3.3.3	Equipos .....	34
3.4	Métodos de análisis y evaluación.....	35
3.4.1	Análisis químico proximal de la materia prima. ....	35
3.4.2	Proceso de elaboración de hojuelas pre cocidas de quinua. ....	36
3.4.2.1	Descripción de la metodología.....	38
3.5	Diseño estadístico.....	40
3.5.1	Determinación de parámetros para el procesamiento de hojuelas pre cocidas de quinua.....	40
3.6	Evaluación sensorial.....	44
3.7	Análisis químico proximal del producto final. ....	44
CAPITULO IV .....		46
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		46
4.1	Composición químico proximal de la materia prima .....	46
4.2	Resultados de las pruebas experimentales.....	48
4.2.1	Determinación de los parámetros de procesamiento de las hojuelas pre cocidas de	

quinua para el método Taguchi.....	48
4.2.1.1 Atributos evaluados para la variedad Blanca de Juli.....	48
4.2.1.2 Atributos evaluados para la variedad Negra de Collana. ....	50
4.2.1.3 Atributos evaluados para la variedad Kancolla.....	51
4.2.2 Determinación de parámetros ajustados por el método factorial. ....	53
4.2.2.1 Efecto de los factores en estudio sobre la textura en Blanca de Juli.....	53
4.3 Caracterización químico proximal del producto final.....	54
CAPITULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1 Conclusiones.....	58
5.2 Recomendaciones.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	67

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la quinua.....	4
Tabla 2 Aminoácidos esenciales en la quinua, comparados con otros cereales (g/10 kg bruto) .....	9
Tabla 3 Contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar .....	10
Tabla 4 Composición de los carbohidratos de tres variedades de quinua (% de materia prima).....	11
Tabla 5 Características de las variedades mejoradas de quinua .....	16
Tabla 6 Principales Características de la Quinua Negra Collana .....	18
Tabla 7 Oferta de semillas de quinua por variedades .....	20
Tabla 8 Composición Físico-Química de la Quinua procesada en sus diversas presentaciones según INN (1994).....	23
Tabla 9 Requisitos físico-químicos de las hojuelas de quinua pre cocida .....	25
Tabla 10 Tratamientos generados por el diseño Taguchi y variables respuesta.....	41
Tabla 11 Descripción de los tratamientos para la obtención de hojuelas pre cocidas de quinua .....	42
Tabla 12 Tratamientos generados por la combinación de los factores .....	43
Tabla 13 Tratamientos generados por la combinación de los factores .....	43
Tabla 14 Composición químico proximal de las variedades en estudio (g/100g).....	46
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos para Blanca de Juli.....	48

Tabla 16 Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos para Negra de collana .....	50
Tabla 17 Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos para Kancolla.....	52
Tabla 18 Media y desviación estándar de la composición químico proximal de las hojuelas pre cocidas de quinua.....	55

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la planta de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd).....	5
Figura 2. Esquema del grano de quinua .....	7
Figura 3. Variedades: a) Salcedo INIA, b) Kancolla, c) Blanca de Juli, .....	14
Figura 4. Quinua INIA 420 “Negra Collana .....	17
Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración hojuelas .....	26
Figura 6. Entradas y salidas en el método Taguchi .....	30
Figura 7. Diagrama de flujo para la elaboración hojuelas de quinua pre cocida.....	37
Figura 8. Perfil descriptivo de los tratamientos y los atributos evaluados .....	49
Figura 9. Perfil descriptivo de los tratamientos y los atributos evaluados.....	51
Figura 10. Perfil descriptivo de los tratamientos para Kancolla.....	52
Figura 11. Efecto de los parámetros en la textura para hojuelas de Blanca de Juli. ....	53
Figura 12. Efecto de los parámetros en la textura para hojuelas de Negra de Collana.....	54

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción del análisis químico proximal. ....	67
Anexo 2. Formato para prueba de escalas de categoría .....	77
Anexo 3. Norma Técnica Peruana 205.061.2013 Para Hojuelas de Quinoa Pre Cocida....	78

**Símbolos usados**

AOAC = Association of Official Analytical Chemistry

g = Gramos

ha =Hectáreas

kg = Kilogramos

ml = Mililitros

mm = Milímetros

T =Toneladas

°C = Grados centígrados

t = Tiempo

cm = Centímetros

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación tuvo por objetivo determinar los parámetros en el proceso de elaboración de hojuelas pre cocidas en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*): Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla.

Primero se determinaron la composición químico proximal de la materia prima de cada variedad de quinua.

Para la determinación de parámetros de elaboración, inicialmente las variables consideradas fueron: Tiempo de remojo de las semillas (60 min y 120 min.), Proporción de agua (1:5 y 1:6) quinua: agua y Tiempo de pre cocción de las semillas (5 min y 8 min.), usando el método experimental Taguchi, para cada variedad en estudio, la pre cocción se realizó a 85 °C. Según los resultados obtenidos de la evaluación sensorial a los atributos de textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general; nos muestra que influye las variables Tiempo de remojo y Tiempo de pre cocción con respecto a los atributos evaluados para las variedades Blanca de Juli y Negra de Collana, mientras en la variedad Kancolla se apreció que no existe significancia.

Se decidió realizar un ajuste en las variables que influyeron, para determinar los parámetros óptimos en la variedad Blanca de Juli y Negra de Collana, para ello se aplicó diseño factorial  $2^2$  teniendo como variable respuesta la textura, obtenido por evaluación sensorial. El tratamiento de mayor aceptación fue el tratamiento 4 elaborado con 90 min. en Tiempo de remojo y 4 min de pre cocción de la variedad Blanca de Juli, en la variedad Negra de Collana el de mayor aceptación es el tratamiento 4 elaborado con 40 min. de tiempo de remojo y 6 min. para tiempo de pre cocción.

Finalmente se hizo una caracterización químico proximal del producto final. Por los resultados obtenidos dan a conocer que cumplen con los requisitos de la NTP 205.061-2013.

## ABSTRACT

This titling project aimed to determine the parameters in the process of developing pre chips cooked in three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): Juli White, Black Collana and Kancolla.

First the proximal chemical composition of the raw material of each variety of quinoa were determined.

For the determination of process parameters, initially the variables considered were: soaking time of seeds (60 min and 120 min.), Proportion of water (1: 5 and 1: 6) Quinoa: water and time pre cooking seeds (5 min and 8 min.), using the experimental method Taguchi, for each variety study was performed pre cooking at 85 ° C. According to the results of sensory evaluation attributes texture, chewiness, flavor and overall acceptability; shows the variables influencing time soaking and cooking time pre regarding the attributes evaluated for White and Black Juli varieties of Collana, while the variety Kancolla it was noted that there is no significance.

It was decided to make an adjustment in the variables that influence to determine the optimum parameters in the White and Black Juli variety of Collana, for this 22 factorial design was applied as the response variable having the texture, obtained by sensory evaluation. The most accepted treatment was made with treatment 4 90 min. in soaking time and 4 min of pre cooking White variety of Juli, in the Black variety of Collana the most widely accepted treatment 4 is made with 40 min. and soaking time 6 min. for pre cooking time.

Eventually it became a proximal chemical characterization of the final product. From the results disclosed that meet the requirements of the NTP 205061-2016.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es una planta de la región andina y originaria del altiplano peruano-boliviano, desde épocas precolombinas, dicho producto se utiliza como fuente proteínica y energética en la alimentación de amplios sectores de la población; la quinua es entre los cultivos andinos el de mayor versatilidad para el consumo e industrialización; de los granos puede obtenerse harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo (Torres & Mina, 2000).

La transformación primaria de la quinua es la que más avance ha tenido en el ámbito andino y también internacional. Esta transformación básicamente se refiere al proceso de preparación de quinua en grano (desaponificación), dejando el grano listo para su comercialización (Jacobsen, M. 1993).

La quinua puede ser modificada en cuanto a su forma original para lograr mayor aceptabilidad por parte del consumidor; un campo poco explorado es la elaboración de hojuelas pre cocidas de quinua, en productos laminados la mayoría son elaborados con tecnologías tradicionales no estandarizados y sin control que son factores influyentes en la aceptabilidad del producto.

Por medio de esta investigación “Determinación de parámetros en el proceso de elaboración de hojuelas pre cocida en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)” se pueda optimizar los parámetros de procesamiento, para alcanzar los estándares de calidad requeridos a modo que se pueda mejorar la imagen del producto andino. Pero sobre todo fomentará la investigación de nuevas líneas de presentación de este producto,

harinas, panes entre otros, y no solamente en la comercialización de quinua en grano, sino en productos transformados y así beneficiar a la población tanto económicamente y nutricionalmente y este tipo de producto permitirá una fácil preparación y menor tiempo por estar previamente cocinadas, puede ser empleada para la preparación desayunos, por contener un alto valor nutritivo; y que estos productos estarían ampliando la oferta de alimentos para quienes padecen enfermedad celíaca.

De lo expuesto el presente estudio plantea como objetivos:

- Caracterizar (análisis químico proximal) la materia prima de las tres variedades quinua: Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla.
- Determinar parámetros de procesamiento utilizando el método Taguchi para cada variedad en estudio.
- Evaluar la composición químico proximal y sensorial de la hojuela pre cocida de quinua de las tres variedades.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)

##### 2.1.1 Características nutricionales.

La quinoa, grano andino de alto valor nutritivo, domesticado por las culturas precolombinas en los andes del Lago Titicaca del Perú y Bolivia, fue utilizado por sus poblaciones milenarias como alimento sagrado y básico, denominándolo “grano de oro” Actualmente, reviste gran importancia en la alimentación mundial por las múltiples cualidades nutraceuticas que posee (nutritivas y medicinales a la vez), uso integral de la planta, las cuales tienen elevado contenido de proteínas del tipo albúminas y globulinas, las cuales se caracterizan por tener una composición balanceada de aminoácidos esenciales, muy similar a la composición de aminoácidos de la caseína, que es la proteína de la leche animal; también minerales (principalmente Calcio, Fósforo y Hierro) y vitaminas, siendo lo más importante un balance adecuado y óptimo de aminoácidos esenciales. (Mujica, 2009).

La quinoa es uno de los granos que jugó papel importante en la alimentación de la población indígena asentada en las altiplanicies más altas del continente suramericano, constituyéndose en una de las principales fuentes de proteína de dicha zona (Tapia et al, 1979).

A la proteína principal de la quinoa se le encuentra en el grano (ver Figura 1), hojas e inflorescencias. Fue aislada y caracterizada por Brinegar & Goudan, (1993),

denominándola Chenopodina, la cual es una proteína del tipo globulina 11S. Al ser separada mediante la electroforesis se obtiene dos grupos: Chenopodina A y Chenopodina B, cuyos pesos moleculares son de 32000 - 39000 y 22000 – 23000, respectivamente, lo que estaría confirmando el alto valor biológico de este grano andino (Mujica, 2009).

### 2.1.2 Clasificación taxonómica.

Su clasificación taxonómica se muestra a continuación:

Tabla 1

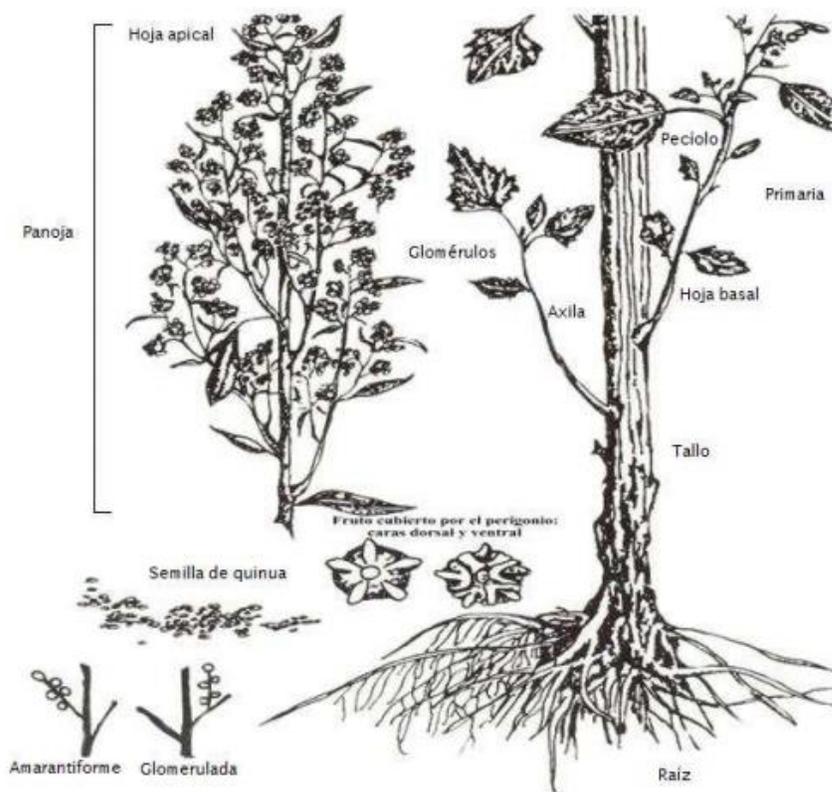
*Clasificación taxonómica de la quinua*

<b>Reino</b>	<b>: Vegetal</b>
División	: Fenerógamas
Clase	: Dicotiledoneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: Chenopodia

Fuente: Mujica et al., (2001).

### 2.1.3 Clasificación morfológica.

La planta de quinua puede alcanzar una altura que varía entre 1 a 2,30 m (Álvarez et al., 2002). Los colores básicos de la planta son el rojo, púrpura y verde (Gandarillas, 1982). La Figura 1 muestra la morfología de la planta de quinua.



**Figura 1.** Morfología de la planta de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)  
**Fuente:** Álvarez et al., 2002

La raíz es fibrosa, pivotante, con muchas ramificaciones y alcanza hasta 0.6 m. de profundidad. Mientras más alta sea la planta más largo será su sistema radicular (Álvarez et al., 2002; GTZ et al., 2001).

El tallo es de forma cilíndrica a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. Según su tipo de ramificaciones pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas (GTZ et al., 2001; CORPEI – CBI, 2005).

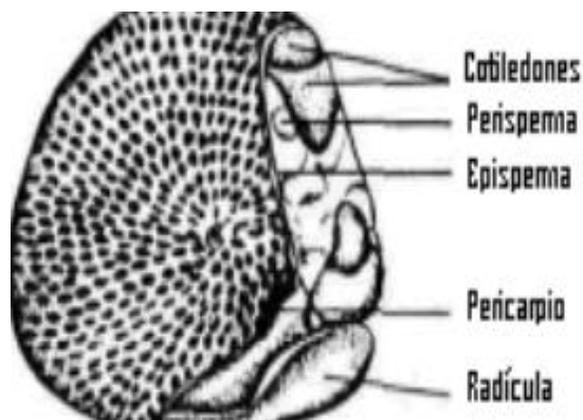
Las hojas son poliformas (diferentes formas), cubiertas de un polvo fino farináceo, el color de las hojas puede ser verde, rojo o púrpura según su estado de maduración (GTZ et al., 2001).

Las hojas inferiores son grandes y lanceoladas y las hojas superiores son pequeñas y romboidales. Las hojas son dentadas, el número de dientes es una característica importante para su clasificación. En la región centro-norte de Perú y en Ecuador se encuentran plantas con hojas dentadas, mientras que en Bolivia tienen pocos dientes y en algunos casos carecen de ellos (Yugcha, 1988; Álvarez et al., 2002).

La inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a los glomérulos (grupos de flores); el largo de la panoja puede variar entre 15 – 17 cm. La inflorescencia puede ser de dos tipos: glomerulada, cuando los glomérulos nacen directamente del eje secundario y amarantiforme, cuando los glomérulos nacen de ejes terciarios (Yugcha, 1988; Álvarez et al., 2002).

El fruto es un aquenio (fruto seco con una sola semilla, en el cual la cubierta de la semilla está unida al pericarpio solamente en un punto). Las partes principales del fruto son: la cubierta externa (perianto y capa de células), el episperma y el embrión; cuando la quinua es cosechada, el fruto cae de la planta encerrado en el perianto. Las células débiles adheridas al perianto son fácilmente removidas por lavado y restregado hasta exponer el pericarpio de color amarillo pálido (Mújica et al., 2006; Yugcha, 1988).

La semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es pequeña, aproximadamente mide 2 mm de ancho y 1 mm de espesor, está cubierta por el pericarpio (pared externa del fruto), que es donde se encuentra la saponina que confiere el sabor amargo a la quinua. La semilla presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. En la Figura 2 se presenta un esquema de la anatomía del grano de quinua, debajo del pericarpio se encuentra el episperma, una membrana delgada que cubre el embrión. El embrión que está formado por los dos cotiledones y la radícula envuelve el perisperma en forma de anillo. El perisperma de color blanco, constituye la sustancia de reserva y contiene pequeños granos de almidón, además representa el 60 % de la superficie de la semilla (Mújica et al., 2001).



*Figura 2.* Esquema del grano de quinua

**Fuente:** Mújica et al., 2006.

## **2.2 Importancia de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la alimentación humana**

Mujica & Jacobsen (2006), mencionan que la importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento y la utilización completa de la planta. Además recomiendan en la alimentación humana a la quinua, en el desayuno de los niños como producto

balanceado con otros granos, en sopas, lawas, guisos, pesque, quispiña, api, chicha blanca, galletas, panes, tortillas y postres. En la medicina, se le atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas y desinfectantes. Por la importancia nutricional atribuida a la quinua es demandada últimamente por Alemania, Dinamarca, Francia, Japón, Gran Bretaña y USA.

## **2.3 Características físico químicas de la quinua**

### **2.3.1 Proteína.**

La verdadera importancia de la quinua estriba en el contenido de sus proteínas, así como en el contenido de vitaminas y minerales (Vargas, 1977). Este cereal destaca por su contenido de proteínas que varía de 12.5 a 16.7 %. El 37 % de las proteínas que posee la quinua está formado por aminoácidos esenciales (FAO, 2013).

Si se hace una comparación de la quinua con otros cereales esta tiene mayor cantidad de: ácido glutámico, ácido aspártico, isoleucina, lisina, fenilalanina, tirosina y valina. El ácido glutámico, participa en los procesos de producción de energía para el cerebro y en fenómenos tan importantes como el aprendizaje, la memorización y la plasticidad neuronal. El ácido aspártico mejora la función hepática y es indispensable para el mantenimiento del sistema cardiovascular. La tirosina tiene un importante efecto anti estrés y juega un papel fundamental en el alivio de la depresión y la ansiedad, entre otras funciones. Finalmente, la cantidad de lisina que hay en la quinua es el doble que en los demás cereales (FAO, 2013).

Tabla 2

*Aminoácidos esenciales en la quinua, comparados con otros cereales (g/10 kg bruto)*

<b>Aminoácido</b>	<b>Trigo</b>	<b>Cebada</b>	<b>Avena</b>	<b>Maíz</b>	<b>Quinua</b>
Isoleucina	32	32	24	32	68
Leucina	60	63	68	103	104
Lisina	15	24	35	27	79
Fenilalanina	34	37	35	33	59
Tirosina	16	17	16	14	41
Cisteína	26	28	45	31	Trazas
Metionina	10	13	14	16	18
Treonina	27	32	36	39	40
Triptófano	6	11	10	5	16
Valina	37	46	50	49	76

Fuente: Tapia *et al.*, (1979).

En la Tabla 2, se puede observar que la quinua supera a cuatro cereales en cinco de los aminoácidos esenciales. Estos resultados se dan como porcentaje de proteína total, pudiendo obtenerse una mejor comparación cuando se indican los gramos de aminoácidos suministrados por kilogramo de alimento.

Las propiedades químicas de las proteínas de la quinua sufren cambios a temperaturas menores a 70°C, especialmente en su solubilidad, estos pueden estar asociados con cambios nutricionales si la intensidad del calor es suficientemente prolongada (Tapia *et al.*, 1979). Estudios realizados para determinar el efecto térmico en la composición de los aminoácidos esenciales han determinado que un tratamiento térmico a 87°C mejora la proporción de lisina y metionina, produciendo un incremento del valor biológico (Tellería, *et al.*, 1978).

En la Tabla 3, se muestra el contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar.

Tabla 3

*Contenido de proteínas en variedades de quinua germinada, expandida, perlada, harina, hojuela, escarificada y sin escarificar*

Variedades	Contenido de proteínas (%) en quinua						
	Germinada	Expandida	Perlada	Harina	Hojuela	Escarificada	Sin escarificar
Blanca de Juli	15,16	9,47	14,73	14,2	9,45	13,44	14,73
Salcedo INIA	13,35	13,62	14,49	13,9	6,62	13,79	14,49
Kancolla		6,9	13,32		9,27	12,50	14,73

Fuente: Laboratorio UNA – PUNO (2004).

### 2.3.2. Carbohidratos.

Los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Llorente J., 2008).

El almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales. Constituye aproximadamente del 60 a 70 % de la materia seca. En la quinua, el contenido de almidón es de 58,1 a 64,2 % (Bruin, 1964). El almidón en las plantas se encuentra en la forma de gránulos. Los gránulos de cada especie tienen tamaño y forma característicos. Los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2  $\mu\text{m}$ , siendo más pequeños que los granos comunes. El almidón de la quinua ha sido estudiado muy poco. Sería importante estudiar sus propiedades funcionales.

Ahamed et al. (1998) mencionan que el almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente (Repo-Carrasco et al., 2001).

Tabla 4

*Composición de los carbohidratos de tres variedades de quinua  
(% de materia prima)*

<b>Componente</b>	<b>Roja</b>	<b>Amarilla</b>	<b>Blanca</b>
Almidón	59.2	58.1	64.2
Monosacáridos	2.0	2.1	1.8
Disacáridos	2.6	2.2	2.6
Fibra cruda	2.4	3.1	2.1
Pentosanas	2.9	3.0	3.6

Fuente: FAO (2013).

Tapia *et al.*, (1979), mencionan que el contenido de carbohidratos es variable según la variedad de quinua. La composición de los carbohidratos según la variedad de la quinua se puede observar en la Tabla 4.

### **2.3.3 Lípidos.**

Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado, que la convierte en una fuente potencial para la extracción de aceite (Repo-Carrasco et al., 2001).

Estudios realizados en el Perú al determinar el contenido de ácidos grasos encontraron que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega

6 (ácido linoleico), siendo de 50,24% para quinua, valores muy similares a los encontrados en el aceite de germen de maíz, que tiene un rango de 45 a 65%.

#### **2.3.4 Fibra.**

Además del almidón, en las células de perispermo de todos los granos contiene hemicelulosa (xilanos, galactanos, mananos, arabinosa, glactosa), pectinas, pentosanos, celulosa, betaglucanos, glucofructanos y gomas. La quinua no escapa de estos componentes que constituyen la estructura de las paredes celulares y abundan más en las porciones externas que en las internas del grano. El contenido de pentosanas es variable en la quinua, valores de 2.9 g/100g (variable Roja) a 3.6 g/100g (variable Blanca). (Ayala & Tapia, 1989).

La fibra soluble es importante por los beneficios que aporta el proceso de digestión, por su capacidad para absorber agua, captar iones, absorber compuestos orgánicos y formar geles (FAO, 1992).

#### **2.4 Producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)**

Los principales productores de este grano a nivel internacional son: Bolivia, Perú, Ecuador, y Colombia. Bolivia con más de 47.534 ha cultivadas y alrededor de 30.412 Ton. cosechadas, de las cuales un 49% es consumida por las familias productoras, 35% se venden en los mercados locales y el resto para mercados externos, constituyéndose así como el primer productor y exportador de quinua en el mundo, siendo productores exclusivos tanto el altiplano central como sur de Bolivia (Viñas, O., 2000).

Le sigue el Perú que viene incrementando su producción habiendo sembrado y cosechado cerca de 27000 ha, producidas especialmente en Puno, Cuzco y Junín de las cuales gran proporción se dedica al autoconsumo y mercado interno, y mínimamente al mercado externo. Ecuador tiene aproximadamente 1000 Ha. en producción, se ha reportado en estos últimos años unas 200 Ha. de producción, en los Estados Unidos (Colorado), 800 Ha en Canadá, 100 Has. en Dinamarca y 20 ha en Alemania, entre otros.

En la actualidad se propicia la producción de quinua con posibilidades de una masiva comercialización. Las características mínimas de una variedad de quinua deberán ser libre de saponinas, de color uniforme, de tamaño grande (2.0 - 2.6 mm) y libre de impurezas. Los rendimientos de quinua en el Perú varían entre los 492 -2000 kg/ha en diferentes departamentos, siendo Arequipa y Huancavelica los de mayor y menor rendimiento respectivamente, como lo confirma datos del Ministerio de Agricultura (2008). La región de mayor producción es el departamento de Puno con el 70% de la producción nacional le siguen las regiones Junín, Cuzco y Ayacucho. En el siguiente cuadro se muestra la producción de quinua en el Departamento de Puno.

En la actualidad se propicia la producción de quinua con posibilidades de una masiva comercialización. Las características mínimas de una variedad de quinua deberán ser libres de saponinas, de color uniforme, de tamaño grande (2.0 - 2.6 mm) y libre de impureza, como lo confirma datos del Ministerio de Agricultura (2008).

La región de mayor producción es el departamento de Puno con el 70% de la producción nacional le siguen las regiones Junín, Cuzco y Ayacucho. En el siguiente cuadro se muestra la producción de quinua en el Departamento de Puno.

### 2.4.1 Generación y disponibilidad de variedades en la región Puno.

El banco de germoplasma es la fuente de generación de variedades adaptadas a las condiciones de suelo, clima, tolerantes o resistentes a las enfermedades y plagas; acompañadas con la multiplicación y distribución de semillas contribuyen en el rendimiento del cultivo y la calidad del producto. Asimismo, las nuevas variedades poseen características diferenciables, como el tamaño y color de grano, contenido de saponinas, calidad de harina, almidón, entre otros, que son fundamentalmente para cumplir con las exigencias del mercado interno y externo (Marca, S. *et al.*, 2001).



*Figura 3.* Variedades: a) Salcedo INIA, b) Kancolla, c) Blanca de Juli, d) Pasankalla

**Fuente:** Marca, S. *et al.*, 2001.

Actualmente, en la región Puno, se tiene liberada oficialmente más de 9 variedades, son: Cheweca, Camacani I, Kancolla, Tahuaco I, Blanca de Juli, Salcedo INIA, ILLPA INIA, Pasankalla, Negra de Collana, entre otras, con características morfológicas, biológicas, fisiológicas, agroindustriales, nutricionales y agronómicas importantes, por lo tanto, requieren tratamientos diferenciados en cuanto a su manejo y uso (Marca, S. *et al.*, 2011).

Tabla 5

*Características de las variedades mejoradas de quinua*

Variedad	Origen	Periodo vegetativo (días)	Grano			Rendimiento (kg / ha)
			Tamaño	Color	Saponina	
Chewecca	Orurillo – Asillo	165 a 180	Pequeño	Blanco	Dulce	1,000 a 2,500
Illpa INIA	Sajama x Blanca de Juli	150 a 160	Grande	Blanco	Dulce	1,800 a 2,500
Blanca de Juli	Chucuito – Juli	160 a 180	Pequeño	Blanco	Semi-dulce	1,200 a 2,500
Kancolla	Cabanillas – Puno	170 a 210	Mediano	Blanco	Amarga	1,100 a 2,500
Salcedo INIA	Real boliviana x Sajama	160	Grande	Blanco	Dulce	1,200 a 2,500
Pasankalla	Acora – Puno	180 a 200	Grande	Plomo	Dulce	2,000 a 3,500
Negra de Collana	Selección de “Quyту jiwras”	136 a 140	Grande	Negro	Dulce	3,010
Tahuaco I	Yunguyo Puno	160 a 180	Mediano	Blanco	Dulce	2,500 a 3,000
Sajama	Real x línea, 550 Illimani	140 a 160	Grande	Blanco	Dulce	2,500 a 3,500
Rosado Taraco	Taraco – Puno	160 a 180	Mediano	Blanco	Amarga	1,22 a 3,500
Collado	Ilave – Puno	155 a 170	Mediano	Blanco	Semi-dulce	1,100 a 2,600

Fuente: Marca, S. *et al.* (2011)

#### 2.4.1.1 *Negra de Collana.*

La variedad INIA 420 “NEGRA COLLANA”, es de amplia base genética ya que es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, comúnmente conocidos como “Quytu jiwras”, que comercialmente se le asigna el nombre de INIA 420 “NEGRA COLLANA”, como resultado de las pruebas de identificación, adaptación y eficiencia desarrollados en el ámbito de la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y evaluaciones participativas en campos, con agricultores de las Comunidades campesinas, Collana, Collpa, Cieneguilla, Vizcachani, Kallachoco y Corcoroni de los distritos de Cabana, Ilave, Mañazo y Pilcuyo de la Región Puno (INIA, 2008).



*Figura 4.* Quinoa INIA 420 “Negra Collana  
**Fuente:** INIA ,2008

Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3815 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15°C. Sus principales características de la quinoa “NEGRA COLLANA” es como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6

*Principales Características de la Quinoa Negra Collana*

<b>Aspecto del grano</b>	<b>Opaco</b>
Color del perigonio	Verde
Color del pericarpio	Gris
Color de episperma	Negro brillante
Color de perisperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	Uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Diámetro del grano	1,60 mm
Rendimiento de semillas por planta	27,20 a 29,40 g
Peso de 1.000 granos (g)	2,03 g

Fuente: Apaza, *et al.*, (2013)

**2.4.1.2 Blanca de Juli.**

Originaria de Juli, Puno, selección efectuado a partir del ecotipo local, semi-tardía, con 160 días de periodo vegetativo, planta de color verde, de tamaño mediano de 80 cm de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino, de ahí su nombre, grano bien blanco, pequeño, semi-dulce, rendimiento que supera los 2300 kg/ha, relativamente resistente al frío, susceptible al frío y al granizo, excesivamente susceptible al exceso de agua. Se utiliza generalmente para la elaboración de harina. (Mujica, 1997).

**2.4.1.3 Kancolla.**

Seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas, Puno, planta de color verde, de tamaño mediano alcanzando 80 cm. de altura, de ciclo vegetativo tardío, más de 170 días, grano blanco, tamaño mediano, con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío, granizo y al mildiow, rendimiento promedio

de 2500 kg/ha, segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura, muy difundida en el altiplano peruano. Se usa generalmente para sopas y elaboración de kispíño (panecillo frito en grasa animal que tiene una duración de varios meses). (Mujica, 1997).

#### **2.4.2 Oferta y demanda de semillas de calidad.**

La semilla de calidad de las variedades mejoradas es un factor importante en el incremento del rendimiento, producción calidad y estandarización del producto. Sin embargo los agricultores aun acostumbran utilizar semillas de su propia cosecha, que se caracteriza por presentar mezclas varietales e impurezas de tipo orgánico e inorgánico. Por eso la producción, el suministro y uso de semillas de calidad es de vital importancia en el cultivo, porque la mezcla además de otros factores se origina en el campo a través de la polinización y fecundación natural, por ello es recomendable renovar nueva semilla por lo menos cada 2 años (Marca, S. *et al.*, 2011).

Las semillas que se producen en mayor cantidad, corresponden a la variedad Salcedo INIA (58 %), Blanca de Juli (16 %), Kamcolla (15 %) y Pasankalla (9 %). Sin embargo, en los últimos años la mayor demanda de semillas tiene las variedades de color como la Pasankalla y el Koito; así como los ecotipos Choclito, Witulla, Chullpi, entre otros (Marca, S. *et al.*, 2011).

Tabla 7

*Oferta de semillas de quinua por variedades*

Campaña Agrícola	Producción de semillas por variedades en toneladas							Total (t)
	Salcedo INIA	Kancolla	Blanca de Juli	Pasankalla	Illpa INIA	Koito	Roja	
2004-2005	5,99	4,55	7,31	4,07	0	0	0	21,92
2005-2006	6,67	2,14	0	0	0	0,72	0,51	10,04
2006-2007	12,13	3,79	2,214	0	0,345	0	0	18,48
2007-2008	21,44	0	0	0	0	0	0	21,44
2008-2009	10,64	3,99	6,31	4,3	0,85	0	0	26,09
Total (t)	56,87	14,47	15,83	8,37	1,20	0,72	0,51	97,97
%	58,05	14,77	16,16	8,54	1,22	0,73	0,52	100,00
Promedio	11,37	3,62	5,28	4,19	0,60	0,72	0,51	19,59

Fuente: Memoria Anual (2005 – 2009) de la Estación Experimental Agraria Illpa –Puno

## 2.5 Transformación de la quinua

La quinua al ser un grano altamente nutritivo tiene un gran potencial agroindustrial (Flores, 2001). La quinua por ser un grano altamente nutritivo y tener enorme potencialidad de uso en la agroindustria es necesario transformarla, lo cual le permite un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas, potenciando su valor nutritivo, disponibilidad de nutrientes, facilidad de preparación y mejor presentación. (Mujica, 2006).

Algunos de los productos alimenticios que se obtienen a partir del grano de quinua se detallan a continuación:

### 2.5.1. Quinua perlada.

Consiste en el grano de quinua seleccionado y desaponificado por medios mecánicos, libre de saponina y apta para el consumo humano. El desaponificado mecánico también se denomina escarificado (Mújica et al., 2006).

### **2.5.2. Harina cruda de quinua.**

Es el producto resultante de la molienda de la quinua perlada, su finura dependerá del número de zaranda o malla que se usa en la molienda. Diferentes pruebas en la zona Andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta un 40 % de harina de quinua en pan, 40 % en pasta (fideos), 60 % en bizcochos y hasta 70 % en galletas (Marca, 2001).

### **2.5.3 Harina tostada de quinua.**

Este producto se obtiene a partir de la quinua perlada y tostada, la cual es sometida a una molienda. Esta harina es usada particularmente en repostería (Romo et al., 2006).

### **2.5.4 Harina pre cocida de quinua.**

Consiste en pre coser el grano de quinua, para luego secarlo y reducirlo a polvo, con lo que se logra la rápida dispersión en líquidos. Esta harina se puede usar directamente, para la preparación de postres (CRS et al., 2003).

### **2.5.5 Hojuelas de quinua.**

Se asigna el nombre de hojuelas al grano de quinua perlado que ha sido laminado a presión mediante utilización de rodillos. El producto obtenido es similar a las hojuelas de avena y es consumido previa cocción y mezclado con leche bajo la forma de cereal instantáneo (Mújica et al., 2006).

### **2.5.6 Quinoa expandida o insuflada.**

El expandido o insuflado de quinoa resulta de una cocción hidromecánica en un expansor de granos, lo que representa que el grano perlado previo al ingreso al expansor es acondicionado y por diferencia de presión el almidón contenido dentro del grano sufre una modificación y forma una red interior que da la apariencia de que el grano se ha expandido (CRS et al., 2003).

### **2.5.7 Leche de quinoa.**

Se obtiene luego de la cocción del grano de quinoa desaponificado y posterior filtración para la eliminación de sólidos. Posteriormente puede ser saborizada, edulcorada y pasteurizada (CRS et al., 2003).

Tabla 8

*Composición Físico - Química de la Quinua procesada en sus diversas presentaciones según INN (1994)*

Componentes	Und. Med.	Harina	Hojuelas	Sémola	Quinua Cruda	Quinua Cocida	Afrecho de Quinua
Energía	cal.	341	374	376	374	101	347
Agua	G	13.7	7.0	12.6	11.5	79.0	14.1
Proteína	G	9.1	8.5	19.5	13.6	12.8	10.7
Grasa	G	2.6	3.7	10.7	5.8	1.3	4.5
Carbohidratos	G	72.1	78.6	53.8	66.3	0.7	65.9
Fibra	G	3.1	3.8	8.3	1.9	0.7	8.4
Ceniza	G	2.5	2.2	3.4	2.5	0.6	4.8
Calcio	Mg	181.0	114.0	76.0	52.0	27.0	537.0
Fósforo	Mg	161.0	160.0	0.04	242.0	61.0	342.0
Hierro	Mg	3.7	4.7	3.6	7.5	1.6	4.0
Retinol	Mg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiamina	Mg	0.19	0.13	0.21	0.48	0.01	0.21
Riboflavina	Mg	0.24	0.38	0.25	0.03	0.00	0.22
Niacina	Mg	0.62	1.10	1.84	1.40	0.26	1.00
A. Ascórbico	Mg	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0

Fuente: Manual de compasión de alimentos del INN (1994)

## 2.6 Proceso de producción de hojuelas de cereales

Las hojuelas de cereales es el producto obtenido a partir de diferentes cereales tales como la cebada y la avena, las cuales son sometidas a las siguientes operaciones: clasificación, descascarillado y pulido, acondicionado, laminado y secado. Para hojuelas pre cocidas las operaciones son: pelado, tratamiento térmico, secado hasta el 30% de humedad y laminado; la hojuela debe tener 11 a 13% de humedad final. (Alcázar, C.2002).

Con relación a las hojuelas Castro, R. (1996) afirma que, toman la forma de hojuelas delgadas, curvadas, quebradizas; usualmente están hechos de maíz o de trigo, pero también se encuentran hojuelas de arroz. Los productos más conocidos son “corn flakes” (hojuelas de maíz) se preparan de maíz molido, pero las hojuelas de arroz o trigo

se hacen del grano entero. El maíz molido o los granos acondicionados son luego cocinados, los otros ingredientes (azúcar, malta, sal) se agregan en esta etapa.

El cereal se acondiciona hasta un contenido de humedad entre 15 a 17% dejándolo en reposo hasta que se acondicione adecuadamente. La duración de este proceso es de 24 horas. La materia acondicionada pasa a los rodillos que forman las hojuelas y estos pasan luego a ser secadas, las hojuelas son llevadas a un enfriador y luego empacadas (Castro, R. 1996).

## **2.7. Hojuelas de quinua pre cocida**

Según la NTP, la hojuela de quinua pre cocida es un producto obtenido de granos de quinua procesada (beneficiada), que han sido laminados para formar hojuelas, en cuyo proceso se incluye el pre cocido, pudiendo contener o no aditivos permitidos por el Codex Alimentarius.

El producto final deberá cumplir con los siguientes requisitos contemplados en la Norma Técnica Peruana (NTP 205.061.2013).

### ***a) Tamaño de partícula***

El tamaño de las hojuelas de quinua deberá ser igual o superior a 1 mm de diámetro.

### ***b) Requisitos químicos.***

Adoptados de la norma técnica de INDECOPI, para hojuelas de quinua pre cocida, se muestra en la siguiente tabla

Tabla 9

*Requisitos físico-químicos de las hojuelas de quinua pre cocida*

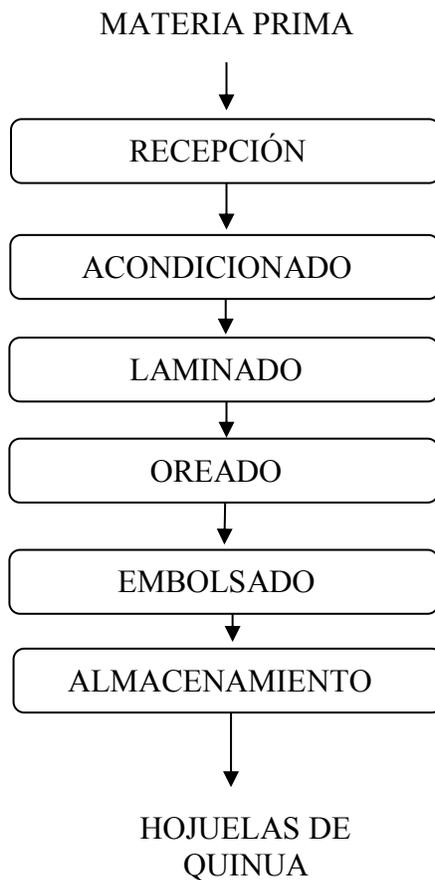
<b>Requisitos químicos</b>	<b>Min. %</b>	<b>Max. %</b>
Humedad	-	13.5
Proteínas (b. s.)	9	-
Fibra cruda (b. s.)	2	-
Cenizas (b. s.)	-	3.5
Grasas (b. s.)	3.5	-

Fuente: NTP 205-061 2013 INDECOPI

**c) *Requisitos sensoriales.***

Las hojuelas de quinua deberán tener el color, característico de la variedad utilizada como materia prima, deberán estar libres de sabores agrios, amargos y rancios y de olores extraños.

### 2.7.1. Diagrama de flujo de procesamiento de hojuelas de quinua cruda.



*Figura 5.* Diagrama de flujo de elaboración hojuelas

**Fuente:** Marca, S. *et al.*, 2011.

#### 2.7.1.1 Descripción del proceso de producción de hojuelas de quinua.

- **Recepción de materia prima:** Para la elaboración de hojuelas de quinua se requiere inicialmente quinua lavada.
- **Acondicionamiento:** Conocido también como atemperado, es un tratamiento por el cual se adiciona humedad al grano, llevándolo a una humedad de entre 15 a 17%.

- **Laminado:** Es el proceso de convertir al grano de quinua en hojuelas planas, lo que se consigue sometiendo los granos de quinua a presión en una maquina laminadora.
- **Secado:** Las hojuelas son secadas en horno tostador o en el medio ambiente hasta un contenido de humedad de 10 a 12%.
- **Tamizado:** Es una operación básica en la que una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños se separan en dos o más fracciones pasándolas por un tamiz. Cada fracción es más uniforme en tamaño que la mezcla original (Alcázar, C. 2002).
- **Envasado:** Se realiza el pesado respectivo de acuerdo a las cantidades a embolsar seguidamente el sellado y etiquetado.
- **Almacenamiento del producto terminado:** Este producto se debe almacenar en lugares fresco, seco y ventilado.

## 2.8 Cereales pre cocidos

En el desarrollo de distintos productos alimenticios a base de cereales y oleaginosas, existe una tendencia de presentarlos en estado pre cocido, para su consumo directo o de fácil preparación. Las ventajas de esta forma de comercialización son varias y se pueden mencionar las siguientes:

- Gelatinización de la fracción almidonosa de la fórmula para dar máxima digestibilidad.
- Inactivación térmica de inhibidores del crecimiento y factores que alteran la digestibilidad o el gusto.

- Producto sanitariamente adecuado.
- Alta estabilidad del almacenaje.
- Posibilidad de dar formas y texturas diferentes.
- Posibilidad de agregar diferentes sabores y colores.

Los procesos más utilizados para desarrollar la mayoría de estos productos son nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar la tradicional cocción hidrotérmica, entre estos podemos mencionar: laminación (flakes); explosión (puffing), en esta se utilizan granos enteros a los cuales se le reduce la densidad alrededor de diez veces (Fast, 1991) y la cocción por extrusión, donde se utilizan especialmente harinas, sémolas y almidones (Harper, 1981).

### **2.8.1 Tratamiento térmico.**

La efectividad del proceso para eliminar los factores antinutricionales depende más de la precisión de los controles en cada equipo, que del tipo de equipo. Si el procesamiento es deficiente (poca temperatura o poca duración del proceso) las sustancias de actividad biológica (inhibidor de tripsina y lipooxigenasa principalmente) no son inactivados de manera efectiva. Por otra parte, si el proceso térmico es exagerado aunque se logre la inactivación de las sustancias biológicas, simultáneamente puede ocasionar una destrucción irreversible de ciertos aminoácidos (especialmente lisina), afectando severamente la calidad proteica (Zaldivar, 2007).

Durante el tratamiento térmico a elevadas temperaturas, diversos aminoácidos experimentan cambios en sus cadenas laterales que provocan pérdidas nutritivas. La cisteína y la serina son responsables de convertirse en deshidroalanina, que puede formar

enlaces con las cadenas laterales de la lisina lo que produce uniones irreversibles entre diferentes secciones de la cadena polipeptídica. Además de reducir el número de restos de lisina disponibles, la formación de enlaces cruzados de este tipo entre cadenas aminoacídicas vecinas tiende a impedir la asimilación de gran parte del resto de la molécula proteínica, puesto que dificulta el desplegamiento y, por ende, el acceso a las enzimas proteolíticas del intestino (Coultate, 2007).

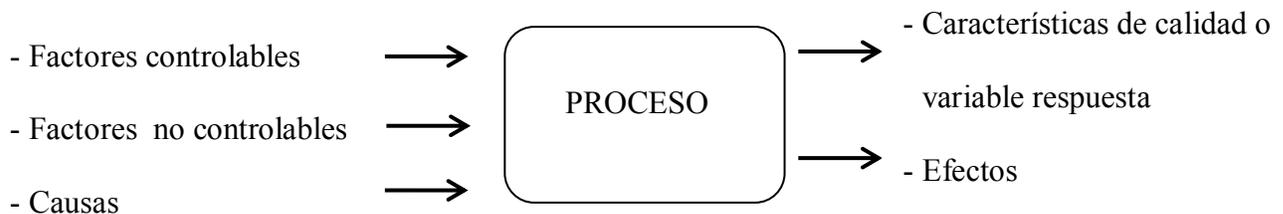
Los antinutrientes de naturaleza proteica y diferente termoestabilidad, son inactivados mediante tratamiento térmicos habituales durante el acondicionamiento de los productos antes del consumo. La temperatura, el tiempo de aplicación y las condiciones de humedad a las que se lleve a cabo el tratamiento deben ser rigurosamente controladas debido a que se corre el riesgo de ocasionar, en eventuales casos de temperaturas y tiempo anormalmente elevados disminución de la biodisponibilidad de aminoácidos esenciales como la lisina, con defectos nutricionales de gravedad variable (Badui, 2006), también se menciona que cuando el grano se encuentra con un alto porcentaje de humedad se requiere mayor tiempo y mayor temperatura para inactivar el inhibidor de tripsina. La actividad del inhibidor de tripsina es destruida casi a la misma velocidad con que se destruye la enzima ureasa, bajo condiciones de cocinado (Albrech, 1966; citado por Salas, 1981).

## **2.9 Método experimental Taguchi**

Taguchi desarrolló una serie de métodos para optimizar los procesos de ingeniería de experimentación, estas técnicas son conocidas el día de hoy como “Metodología de Taguchi”. Su gran contribución recae en el Diseño de Experimentos (ASI, 1989) y no en una formulación matemática. La metodología estadística de Taguchi

usa arreglos ortogonales para la optimización de productos. Permite reducir costos experimentales pues reduce el número de evaluaciones, obteniéndose un producto de calidad, optimizado según las características que los consumidores esperan (Marfil, 1991). Se usan matrices ortogonales en las que cada fila produce un resultado bajo un conjunto diferente de condiciones. Esto hace posible comparar diferentes niveles de los factores con lo que se incrementa la seguridad que los resultados obtenidos en estos experimentos sean reproducibles en el proceso de fabricación (ASI, 1989).

Según Miranda, L. (2006), el método Taguchi es una herramienta diseñada para realizar experimentos y determinar los factores significativos que lo afectan, se basa en diseñar productos y procesos. El método Taguchi pone mucha importancia en la reducción de la variabilidad de procesos; es decir procesos más robustos y menos susceptibles a cambios. En la siguiente figura 6, se muestra las entradas y salidas en la aplicación del método Taguchi.



*Figura 6.* Entradas y salidas en el método Taguchi  
**Fuente:** Miranda (2006).

Medina (2007) afirmó, que la importancia de la metodología de Taguchi y sus fortalezas son las siguientes:

- Enfatiza en la calidad durante la etapa de diseño del proceso

- Reconoce la importancia relativa de los factores que influyen en el desempeño de los procesos.
- Enfatiza en la reducción de la variabilidad, por medio del uso de la razón señal – ruido.
- Se concentra en el concepto de diseño de parámetros que sirvan para disminuir la variabilidad en el desempeño de los productos.
- Puede ser utilizado en el mejoramiento de procesos y productos ya existentes.

### **2.10 Diseños factoriales $2^k$**

Hurtado (2008), indica que el objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas y determinar una combinación de niveles de los factores en la cual el desempeño del proceso sea mejor que en las condiciones de operación actuales. El diseño de experimentos factorial o arreglo factorial es el conjunto de tratamientos que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores. Por ejemplo: con  $K = 2$  factores (Donde  $K =$  número de factores), ambos con dos niveles de prueba, se forma el diseño factorial  $2 \times 2 = 4$ , que consiste de 4 combinaciones o tratamientos.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las siguientes instalaciones:

- Laboratorio de CITAL (Centro de Investigación Tecnológica de Alimentos) de la Universidad Peruana Unión – Juliaca, Km 6 salida Arequipa - Filial Juliaca. a una altitud de 3,825 m.s.n.m
- El proceso de laminado se realizó en la planta de Procesamiento de Cereales y Granos Andinos “EDULAN” E.I.R.L; ubicado en la Avenida Circunvalación N° 2225, barrio Santa María, en la ciudad de Juliaca.
- La evaluación sensorial se desarrolló con los alumnos de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Peruana Unión - Juliaca.
- Los análisis químico proximal fueron efectuados en el laboratorio de Ingeniería de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, UNA – Puno.

#### **3.2 Materia prima**

Para llevar a cabo la elaboración de las hojuelas de quinua se trabajó con tres variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*): Blanca de Juli, Negra Collana y Kancolla que fueron adquiridos de la Cooperativa Agro Industrial Cabana Ltda. COOPAIN CABANA, ubicado en el distrito de Cabana, departamento de Puno.

### 3.3 Materiales y equipos

#### 3.3.1 Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico al 0.225 N, 0.1 N
- Solución de hidróxido de sodio al 0.313 N, 30 %
- Alcohol etílico al 95 %
- Éter de petróleo
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 %
- Ácido clorhídrico
- Ácido bórico
- Agua destilada
- Agentes activantes

#### 3.3.2 Materiales

- Cronómetro
- Bandejas de acero inoxidable
- Cápsulas de porcelana
- Probeta de 5 ml, 10 ml, 100 ml y 500 ml.
- Pipetas graduadas de 1 ml, 5 ml y 10 ml.
- Vasos de precipitación de 50 ml y 500 ml.
- Crisoles de porcelanas
- Buretas
- Pinzas metálicas.
- Lunas de reloj

- Placas petri.
- Tubos de ensayo
- Embudos
- Espátula , gradilla
- Material de aseo
- Varillas de agitación
- Ollas
- Recipientes
- Papel filtro
- Matraces de 250 ml, 500 ml
- Coladores
- Cucharón de madera

### **3.3.3 Equipos**

- Estufa marca ESZTERGON tipo LP – 10Z
- Mufla marca THERMOLYNE, tipo 1500
- Balanza electrónica marca FERTON, de capacidad máxima 2000 g.
- Cocina de gas marca PREMIER.
- Máquina laminadora a rodillos, potencia 7.5 Hp, Voltaje 220
- Equipo Soxhlet
- Equipo Kjeldhal
- Campana desecadora
- Calibre Pie de rey digital

- Cámara fotográfica
- Termómetro digital
- Baño maria
- Computadora: hardware: Pentium 7, software: MS-Word, MS-Excel, Internet Explorer y Paquete estadístico STATISTICA versión 7.0

### **3.4 Métodos de análisis y evaluación**

#### **3.4.1 Análisis químico proximal de la materia prima.**

Se realizó el correspondiente análisis proximal de cada una de las variedades por triplicado, con la finalidad de comparar su composición proximal con el producto terminado. Los detalles de las metodologías utilizadas se muestran en el Anexo 01.

##### **a. Determinación de Humedad (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

##### **b. Determinación de Proteína Total (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

##### **b. Determinación de Grasa (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

##### **c. Determinación de Cenizas (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

##### **d. Determinación de Fibra (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

##### **e. Determinación de Carbohidratos (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada

### **3.4.2 Proceso de elaboración de hojuelas pre cocidas de quinua.**

En la Figura 7 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de hojuelas de quinua pre cocida.

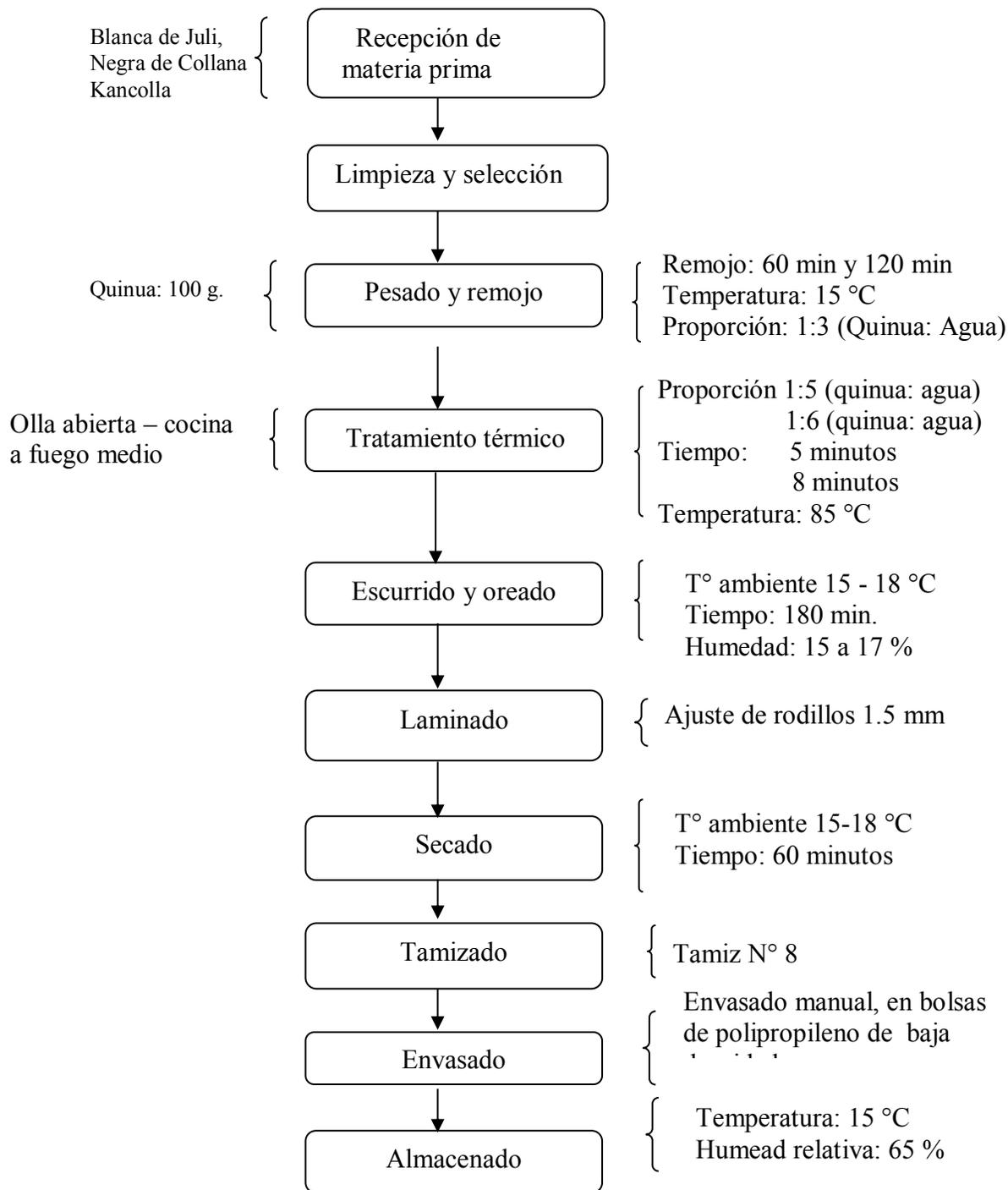


Figura 7. Diagrama de flujo para la elaboración hojuelas de quinua pre cocida.

### **3.4.2.1 Descripción de la metodología.**

#### **a) Recepción de materia prima**

Se empleó quinua de tres variedades: Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla, en esta etapa se controla el peso de la materia prima, control de la humedad.

#### **b) Limpieza y selección.**

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

#### **c) Pesado y remojo**

Una vez seleccionado, se realiza el pesado de la quinua, una masa total de 100 g., para ello se utiliza una balanza debidamente calibrado y controlado. Posteriormente se suministró agua a 12 °C a los granos de quinua en una proporción de 1:3 (Quinua: Agua), para facilitar el proceso de la cocción.

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).

**d) Tratamiento térmico.**

Después del remojo de la materia prima, se procederá al proceso de pre cocción, a diferentes tiempos según diseño experimental: 5 min y 8 min., para cada variedad de quinua a una temperatura de 85 °C en olla abierta.

**e) Escurrido y oreado**

Esta operación se procederá al escurrido y oreado a temperatura ambiente (15 - 18 °C) por un tiempo de 180 minutos con constantes movimientos, para facilitar el secado en forma homogénea, hasta alcanzar de 15 a 17 % de humedad.

**f) Laminado.**

Después del oreado y con un contenido de humedad apropiado, los granos pasa por la maquina laminadora que por presión de los rodillos horizontales paralelos donde es comprimido, ocasionando la ruptura de las paredes celulares, las cuales forman unas láminas delgadas.

**g) Secado.**

Las hojuelas después del laminado tienen un alto contenido de humedad, dicha humedad tiene que disminuir hasta una humedad de 10 a 11 %, para evitar el crecimiento de microorganismos. Lo cual se procedió a un secado a temperatura ambiente (15 - 18 °C) por un tiempo aproximado de 50 a 60 minutos, con constantes movimientos.

**h) Tamizado**

La siguiente operación es el tamizado, esta operación consiste en separar los finos que posee las hojuelas, con la ayuda de un tamiz con la finalidad de separar la harina de las hojuelas.

**i) Envasado.**

El envasado se realizó manualmente, se recomienda en bolsas de polipropileno de baja densidad, para conservar el producto en buenas condiciones y facilitar el manejo de los mismos.

**j) Almacenado.**

Se almacenó el producto final a una temperatura en promedio de 15 °C y una humedad relativa de 65 %.

**3.5 Diseño estadístico****3.5.1 Determinación de parámetros para el procesamiento de hojuelas pre cocidas de quinua****Diseño Taguchi**

Para el procesamiento de los datos se aplicó la metodología de Taguchi  $L_4$  con tres variables independientes, el cual se aplicó a las tres variedades de quinua, el cual permitirá optimizar las características sensoriales del producto final.

**• Factores en estudio**

Factor A: Tiempo de remojo de la quinua (min)

a<sub>1</sub> 60 minutos

a<sub>2</sub> 120 minutos

Factor B: Proporción de agua para la cocción (Quinua: Agua)

b<sub>1</sub> 1 : 5

b<sub>2</sub> 1 : 6

Factor C: Tiempo de pre cocción de los granos de quinua

c<sub>1</sub> 5 minutos

c<sub>2</sub> 8 minutos

El análisis se realizó con el programa Statistica 7.0 con el nivel de confianza de 95 %, como se observa en la Tabla 10.

Para evaluar el efecto de los parámetros se realizó un análisis sensorial descriptivo con 5 panelistas semi entrenados, las cuales fueron alumnas de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Mediante una escala de intervalo lineal de 10 cm, se evaluaron textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general. Se asignaron valores numéricos para su tabulación, el valor más alto (10) a las características deseables y el menor valor (1) a las características no deseables.

Tabla 10

*Tratamientos generados por el diseño Taguchi y variables respuesta*

<b>Trat.</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Textura</b>	<b>Masticabilidad</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aceptabilidad. General</b>
1	1	1	1				
2	1	2	2				
3	2	1	2				
4	2	2	1				

Fuente: STATISTICA 7.0

En la siguiente Tabla se muestra la descripción de los 4 tratamientos generados por el diseño experimental Taguchi.

Tabla 11

*Descripción de los tratamientos para la obtención de hojuelas pre cocidas de quinua*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tiempo de remojo (min)</b>	<b>Proporción de agua</b>	<b>Tiempo de pre cocción (min)</b>
1	60	1 : 5	5
2	60	1 : 6	8
3	120	1 : 5	8
4	120	1 : 6	5

En la etapa de pre cocción de la quinua de las tres variedades, se tomaron 100 gr de semilla, en olla abierta a fuego medio a temperatura de ebullición (85 °C).

### **Diseño factorial 2<sup>2</sup>**

Según los resultados analizados de la evaluación sensorial del diseño experimental Taguchi para las tres variedades de quinua, nos muestra que hay dos variables independientes que tienen significancia en los atributos evaluados de las hojuelas de quinua pre cocida. Para ello realizó un ajuste de datos con un modelo Diseño Factorial 2<sup>2</sup>, con parámetros ajustados para cada variedad de quinua y como variable respuesta se consideró el atributo de textura, empleando una evaluación sensorial con 10 panelistas.

- **Para la variedad Blanca de Juli**

Factor A: Tiempo de remojo de la quinua (min)

a<sub>1</sub> 70

a<sub>2</sub> 90

Factor B: Tiempo de pre cocción (min)

b<sub>1</sub> 2

b<sub>2</sub> 4

Tabla 12

*Tratamientos generados por la combinación de los factores*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tiempo de remojo (min)</b>	<b>Tiempo de pre cocción (min)</b>	<b>Textura</b>
1	70	2	
2	70	4	
3	90	2	
4	90	4	

- **Para la variedad Negra de Collana**

Factor A: Tiempo de remojo de la quinua (min)

a<sub>1</sub> 30

a<sub>2</sub> 40

Factor B: Tiempo de pre cocción (min)

b<sub>1</sub> 4

b<sub>2</sub> 6

En la siguiente Tabla se muestra las cuatro combinaciones que se generó por el diseño factorial, teniendo como variable respuesta a la textura.

Tabla 13

*Tratamientos generados por la combinación de los factores*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tiempo de remojo (min)</b>	<b>Tiempo de pre cocción (min)</b>	<b>Textura</b>
1	30	4	
2	30	6	
3	40	4	
4	40	6	

### **3.6 Evaluación sensorial.**

La evaluación sensorial es un método que se basa en la medición de las propiedades sensoriales (Color, olor, sabor, textura, entre otros) de un producto por un panel conformado por personas entrenadas.

Se aplicó una prueba descriptiva de escala de categorías. La evaluación sensorial responden a cada uno de los atributos sensoriales (textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general) ubicando su valoración sobre una escala grafica ancladas en los bordes, como se indica en el formato del Anexo 2.

Para ello se utilizó un panel compuesto de 15 personas semi entrenados, los panelistas que se consideraron fueron damas de 23 a 24 años de edad que son alumnas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Peruana Unión, al ser mujeres las panelistas es un factor para determinar que la variedad Kancolla no existió significancia, por motivo de preferencia o agrado de color.

Las muestras se presentaron cocidas en forma de mazamorra, en recipientes desechables de plástico, los mismos que fueron identificados con números diferentes para cada tratamiento de las tres variedades de quinua. Las muestras se entregaron todas al mismo tiempo para facilitar al panelista volver a evaluar las muestras o hacer comparaciones entre ellas.

### **3.7 Análisis químico proximal del producto final.**

Se realizó un análisis químico proximal al producto final, para comparar su composición proximal con lo establecido por la NTP 205.061.2013 para hojuelas de

quinua cruda y pre cocida, los detalles de las metodologías aplicadas para el análisis químico proximal se encuentran en el Anexo 1.

**a. Determinación de Humedad (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

**b. Determinación de Proteína Total (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

**f. Determinación de Grasas (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

**g. Determinación de Cenizas (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

**h. Determinación de Fibra (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

**i. Determinación de Carbohidratos (AOAC, 1990)**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Composición químico proximal de la materia prima

En la Tabla 15 se presenta la composición químico proximal de las tres variedades de quinua: Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla, estos análisis se realizaron por triplicado, los cuales se encuentran en el Anexo 3

El contenido de humedad es el factor más importante para determinar la velocidad a la cual las semillas se deterioran, y tiene un impacto considerable en la longevidad de las semillas al almacenamiento en un banco de germoplasma (Roa, 2007).

Tabla 14

*Composición químico proximal de las variedades en estudio (g/100g)*

<b>Componente</b>	<b>Blanca de Juli (%)</b>	<b>Negra de Collana (%)</b>	<b>Kancolla (%)</b>
Humedad	10.40	8.72	7.09
Proteínas	16.64	16.82	17.40
Fibra	2.19	2.85	2.75
Cenizas	1.78	2.03	2.30
Grasa	6.65	6.38	5.87
Carbohidratos	62.34	63.20	63.87

En cuanto al contenido de proteína, los resultados obtenidos demuestran que los tres cultivares de quinua (Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla) están dentro del rango presentado por Apaza, (2005), Andaluz, (2006) y Peralta (1885). En base seca que reportan promedios que oscilan entre 14 – 20 %. Se puede resaltar que la variedad

Kancolla tiene mayor contenido de proteína que coincide con INIA (2013), que reporta 17.62 %.

Comparando nuestros resultados con los presentados por Junge, (1975) reporta los siguientes promedios y sin especificar las variedades; para Grasa 5.3 a 8.4 %, Carbohidratos 53.5 a 74.3 %, Fibra 2.1 a 4.9 % y Ceniza 3.0 a 3.6 %, comparando con los hallados en el laboratorio podemos afirmar que se encuentran dentro del rango en cuanto a grasa, carbohidratos y fibra. Mientras que en ceniza hay una diferencia mínima cantidad.

El rango de contenido de carbohidratos varían de 53,5 a 74,3%, la grasa varía del 5,3 a 8,4% según la FAO, podemos afirmar que nuestros resultados se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Según Collazos et al.,(1996), Apaza, (2005), en la variedad Blanca de Juli muestran la siguiente composición: Proteína 14.73 %, Grasa 5.79 %, Carbohidratos 65.45 %, Fibra 3.50 %, Ceniza 2.81 % y Humedad 7.71 % y en la variedad Kancolla, reportan los siguiente, para proteína 14.73 %, Grasa 6.83 %, Carbohidratos 64.41 %, Fibra 3.29 %, Ceniza 2.58 % y Humedad 8.09 % ; podemos justificar que existe una mínima diferencia con nuestros datos obtenidos en laboratorio.

Tapia, M. (2000); menciona que existe una gran variación en la composición química de estos granos, la que depende de su variedad genética, la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo y la fertilidad del suelo; es por ello que diferentes investigadores no coinciden en cuanto a la composición de los cultivos andinos.

## 4.2 Resultados de las pruebas experimentales

### 4.2.1 Determinación de los parámetros de procesamiento de las hojuelas precocidas de quinua para el método Taguchi.

#### 4.2.1.1 Atributos evaluados para la variedad Blanca de Juli

##### a. Efecto de los factores en estudio sobre los atributos evaluados

En la Tabla siguiente se muestra los ANOVAS ( $p < 0.05$ ) mediante la organización de un panel evaluador conformado por 10 jueces afectivos. Resultó conveniente para establecer la significancia estadística de la evaluación del producto en cuanto a la textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general.

Tabla 15

*Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos para Blanca de Juli*

Variables	Textura		Masticabilidad		Sabor		Aceptabilidad general	
	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P
Tiempo de remojo	2.380500	0.028373	2.380500	0.000252	1.682000	0.079184	1.922000	0.072774
Proporción de agua	0.112500	0.607582	0.364500	0.085823	0.162000	0.568771	0.018000	0.854880
Tiempo de precocción	3.612500	0.009058	0.084500	0.391107	3.200000	0.019897	6.272000	0.003160

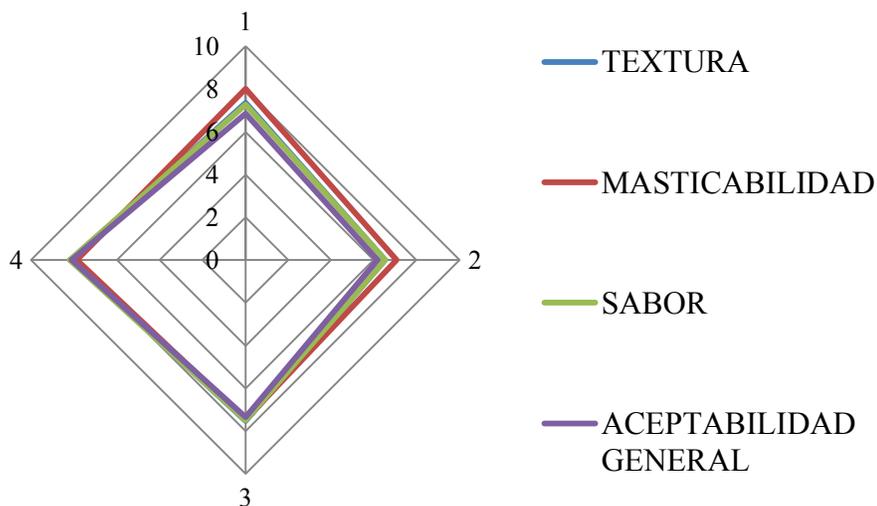
$P < 0.05$ , indica que al menos uno de los valores es diferente. Para la textura las variables que son estadísticamente significativas son el tiempo de remojo y el tiempo de precocción.

Para el atributo de masticabilidad, se observa que existe significancia en el tiempo de remojo de las semillas de quinua.

Para el atributo de sabor y aceptabilidad general el análisis estadístico muestra que si tiene significancia en el parámetro tiempo de pre cocción.

El parámetro que no influye en las características sensoriales mencionadas, es la proporción de agua de 1:5 y 1: 6 (Quinua: Agua).

En la Figura 8, se aprecia el perfil descriptivo para los atributos de textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general.



*Figura 8.* Perfil descriptivo de los tratamientos y los atributos evaluados

A partir del perfil descriptivo resalta el tratamiento 4, seguido del tratamiento 3, las calificaciones son similares para estos dos tratamientos.

#### 4.2.1.2 Atributos evaluados para la variedad Negra de Collana.

##### a. Efecto de los factores en estudio sobre los atributos evaluados

En la Tabla siguiente se muestra los ANOVAS ( $p < 0.05$ ). Resultó conveniente para establecer la significancia estadística de la evaluación del producto en cuanto a la textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general.

Tabla 16

*Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos*

Variables	Textura		Masticabilidad		Sabor		Aceptabilidad general	
	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P
Tiempo de remojo	3.784500	0.007560	0.612500	0.285441	0.200000	0.533690	3.200000	0.007411
Proporción de agua	0.084500	0.654172	1.012500	0.174543	0.338000	0.420422	0.648000	0.186863
Tiempo de pre cocción	2.520500	0.024003	1.860500	0.072049	0.002000	0.950067	0.722000	0.164836

$P < 0.05$ , indica que al menos uno de los valores es diferente. Para el atributo de textura se muestra que si existe significancia estadísticamente en las variables tiempo de remojo y tiempo de pre cocción.

Para el atributo de masticabilidad, se observa que existe significancia en el tiempo de pre cocción de las semillas de quinua.

Para el atributo de sabor, el análisis estadístico muestra que no existe significancia. El tiempo de remojo si influye en la aceptabilidad general.

En la Figura 9, se observa el perfil descriptivo para los atributos de textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general para la variedad Negra de collana.

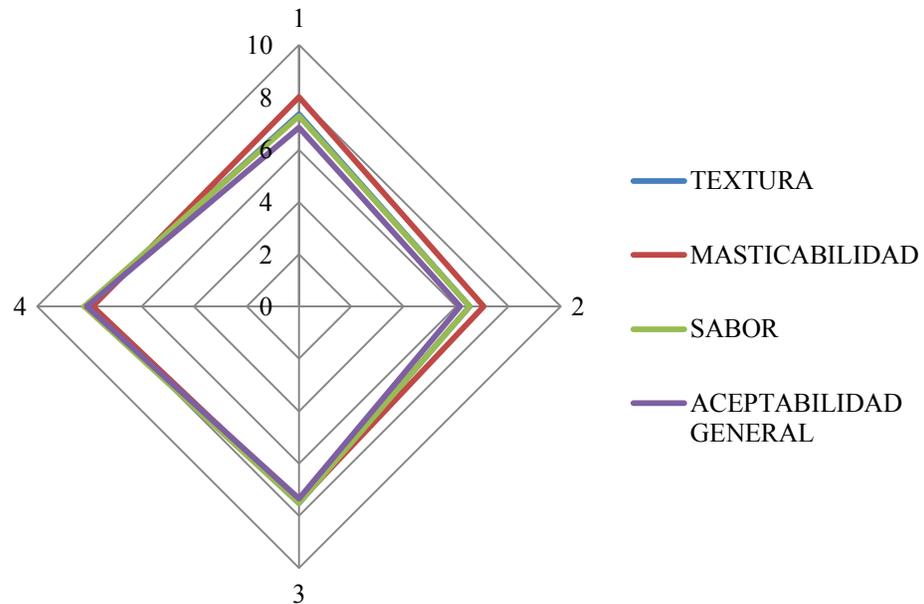


Figura 9. Perfil descriptivo de los tratamientos y los atributos evaluados

#### 4.2.1.3 Atributos evaluados para la variedad Kancolla.

##### a. Efecto de los factores en estudio sobre los atributos evaluados

En la Tabla siguiente se muestra los ANOVAS ( $p < 0.05$ ). Resultó conveniente para establecer la significancia estadística de la evaluación del producto en cuanto a la textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general.

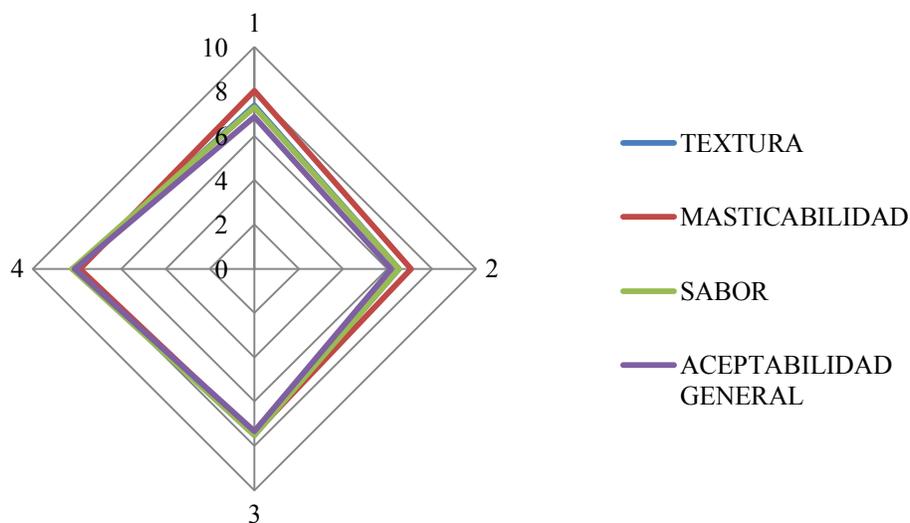
Tabla 17

*Análisis de varianza (ANOVA) del grado de aceptabilidad de los atributos para Kancolla*

Variables	Textura		Masticabilidad		Sabor		Aceptabilidad general	
	SS	P	SS	P	SS	P	SS	P
Tiempo de remojo	0.312500	0.261593	1.92200	0.174120	0.144500	0.376333	2.59200	0.093276
Proporción de agua	0.480500	0.168304	0.03200	0.856686	0.144500	0.376333	0.01800	0.883627
Tiempo de precocción	0.084500	0.553571	2.04800	0.161418	0.084500	0.496492	2.31200	0.111277

Como se observa, para la variedad Kancolla no existe diferencia significativa a un nivel de 95 %, quiere decir que el tiempo de remojo, proporción de agua y tiempo de pre cocción no influyen en la textura, masticabilidad, sabor y apariencia general de acuerdo con los panelistas.

En la Figura 10, se observa el perfil descriptivo para los atributos de textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general para la variedad Kancolla.



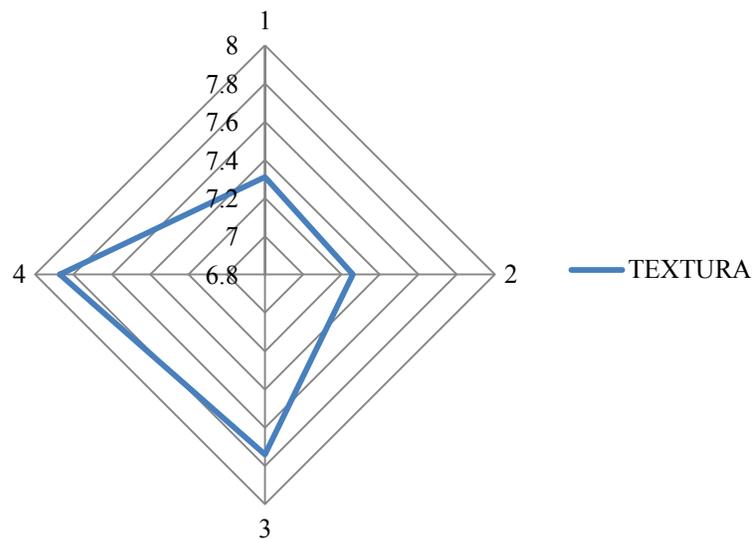
*Figura 10.* Perfil descriptivo de los tratamientos para Kancolla

Se aprecia en la Figura 10, en la variedad Kancolla, el tratamiento más aceptable con respecto a textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general es el tratamiento 4, cuyos parámetros son 120 minutos en tiempo de remojo de las semillas, con una proporción de agua (1:6) y 5 minutos de pre cocción, seguido del tratamiento 3.

#### 4.2.2 Determinación de parámetros ajustados por el método factorial.

##### 4.2.2.1 Efecto de los factores en estudio sobre la textura en *Blanca de Juli*

En la Figura 11, se aprecia la calificación promedio en la evaluación sensorial de la textura para los tratamientos establecidos.



*Figura 11.* Efecto de los parámetros en la textura para hojuelas de Blanca de Juli.

A partir de la figura anterior resalta el tratamiento 4 que obtuvo mayor calificación por los panelistas al evaluar la textura en las hojuelas pre cocida cuyos

parámetros son: 90 min. Tiempo de remojo con 4 min de pre cocción de la variedad Blanca de Juli, seguida del tratamiento 3.

#### 4.2.2.2 Efecto de los factores en estudio sobre la textura en Negra de Collana

En la Figura 12, se aprecia la calificación promedio en la evaluación sensorial de la textura para los tratamientos establecidos

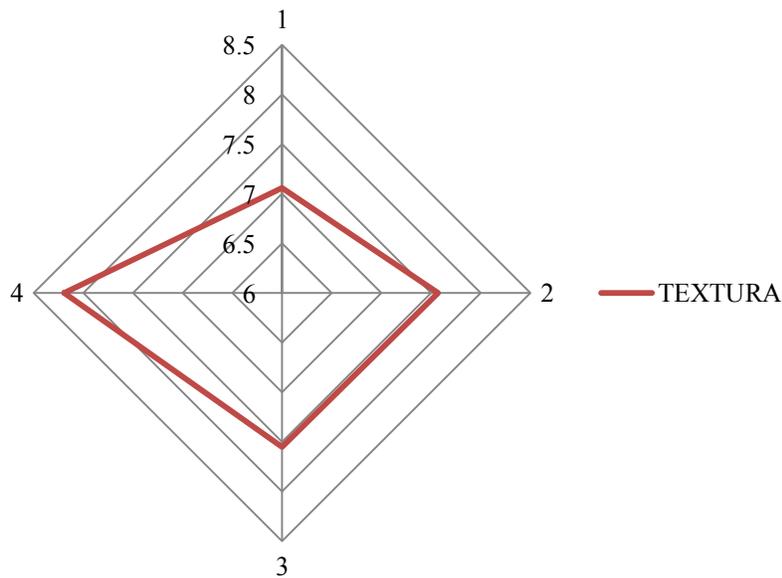


Figura 12. Efecto de los parámetros en la textura para hojuelas de Negra de Collana

El tratamiento 4 presento una calificación muy alta en la variedad Negra de Collana, con 40 min. de tiempo de remojo y 6 min. Para tiempo de pre cocción.

#### 4.3 Caracterización químico proximal del producto final

Podemos observar que la quinua sometida a los parámetros establecidos: Tiempo de remojo de las semillas, proporción de agua y tiempo de pre cocción nos dan los siguientes resultados.

Tabla 18

*Media y desviación estándar de la composición químico proximal de las hojuelas pre cocidas de quinua*

<b>Variedad</b>	<b>Presentación</b>	<b>Humedad ± SD</b>	<b>Ceniza ± SD</b>	<b>Proteína ± SD</b>	<b>Grasa ± SD</b>	<b>Fibra ± SD</b>	<b>Carbohidratos ± SD</b>
Blanca de Juli	Semilla	10.4 ± 0.02	1.78 ± 0.03	16.64 ± 0.12	6.65 ± 0.02	2.19 ± 0.02	62.34 ± 0.10
	Hojuela	6.39 ± 0.03	2.03 ± 0.02	14.66 ± 0.12	5.83 ± 0.03	1.37 ± 0.02	69.72 ± 0.14
Negra de Collana	Semilla	8.72 ± 0.02	2.03 ± 0.03	16.82 ± 0.09	6.38 ± 0.03	2.85 ± 0.03	63.2 ± 0.130
	Hojuela	7.48 ± 0.03	2.09 ± 0.03	17.02 ± 0.21	4.43 ± 0.03	1.44 ± 0.02	67.54 ± 0.12
Kancolla	Semilla	7.8 ± 0.02	2.3 ± 0.02	17.4 ± 0.12	5.87 ± 0.03	2.75 ± 0.03	63.87 ± 0.09
	Hojuela	7.09 ± 0.03	2.28 ± 0.02	16.96 ± 0.24	4.87 ± 0.03	1.67 ± 0.03	67.13 ± 0.27

Como se puede observar en la Tabla 18, el producto laminado obtuvo menor contenido de humedad a diferencia de las semillas en las tres variedades de quinua: Blanca de Juli con 6.39 %, Negra de collana con 7.48 y Kancolla con 7.09 %. En Norma Técnica Peruana (NTP 205.061-2013) para hojuelas pre cocida de quinua indica que la humedad máxima es de 13.5 %, comparando los resultados obtenidos están dentro del rango.

En cuanto a la proteína los resultados obtenidos del producto laminado presenta los valores de 14.66 % en Blanca de Juli, 17.02 % en Negra de collana y 16.96 % en la variedad Kancolla. La NTP 205.061.2013, establece un contenido de proteína mínimo de 9 %, los resultados obtenidos muestran valores por encima de lo establecido por la NTP, en la variedad Negra de collana indica una mayor concentración de proteínas a diferencia de la materia prima que presento 16.82%. Tapia, (2000). La preparación de la quinua, no escapa de las alteraciones químicas que se producen en toda proteína, cuyo tipo y magnitud dependen de diversos parámetros: la variedad de quinua, las condiciones de procesamiento tales como la temperatura, pH y presencia de oxígeno. Los resultados de estas reacciones pueden alterar el valor biológico de la proteína.

Para fibra los resultados obtenidos en laboratorio para las hojuelas son: Blanca de Juli es 1.37 %, Negra de collana es 1.44 % y Kancolla es 1.67 %. Si comparamos los resultados de la Hojuela de quinua que reporta Collazos, *et al.*, (1975), fibra 3.8 % la diferencia no es muy significativa. Según la NTP 205.061.2013, establece un contenido de fibra cruda mínimo de 2 %, los resultados obtenidos en nuestras variedades de quinua están por debajo del rango mencionado, por diferencias mínimas.

En cuanto al contenido de cenizas en los laminados se aprecia los siguientes resultados: Blanca de Juli presenta 2.03 %, Negra de collana con 2.09 % y Kancolla con 2.28 %, están en el rango con los resultados presentados por Collazos, *et al.*, (1975) de 2.2 % y según a NTP 205.061.2013 que establece un contenido de cenizas como máximo de 3.5 %, los resultados obtenidos en nuestras que cumplen con lo establecido.

Para el contenido de grasa de las hojuelas de las variedades en estudio son:: Blanca de Juli 5.83 %, Negra de collana 4.43 % y Kancolla 4.87 %. Comparando con la NTP 205.061.2013, establece un contenido de grasa en un rango mínimo de 3.5 %, los resultados obtenidos se encuentran por encima del rango establecido.

Para el contenido de carbohidratos en las hojuelas de quinua pre cocida, se obtuvieron los siguientes los siguientes resultados: Blanca de Juli 69.72 %, Negra de collana 67.54 % y para la variedad Kancolla 67.13 %.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Las conclusiones a las que se han llegado en el presente trabajo de investigación, son los siguientes:

- En la caracterización de la materia prima de cada variedad, presentó los siguientes resultados: Blanca de Juli (humedad 10.40 %, proteínas 16.64 %, fibra 2.19 %, cenizas 1.78 %, grasa 6.65 % y carbohidratos 62.34 %) , en la variedad Negra de Collana (humedad 8.72 %, proteínas 16.82 %, fibra 2.85 %, cenizas 2.03 %, grasa 6.38 % y carbohidratos 63.20 %) y finalmente la variedad Kancolla (humedad 8.70 %, proteínas 17.40 %, fibra 2.75 %, cenizas 2.30 %, grasa 5.87 % y carbohidratos 63.87 %).
  
- De acuerdo al análisis estadístico empleado, los parámetros para el procesamiento de hojuelas de quinua pre cocida son independientes para cada variedad de quinua, las cuales son:
  - \* Hojuelas de Blanca de Juli, 90 minutos en tiempo de remojo de las semillas de quinua, con 4 minutos de pre cocción. Son aceptables por los panelistas.
  
  - \* Hojuelas de Negra de Collana, con 40 minutos de tiempo de remojo de las semillas de quinua, y 6 minutos para tiempo de pre cocción.

- \* Hojuelas de Kancolla, como no se observó significancia de los parámetros en los atributos evaluados (textura, masticabilidad, sabor y aceptabilidad general), por los panelistas conformado por damas de 23 a 24 años, un factor importante a considerar por el cual no se observó significancia para la aceptabilidad podría ser la influencia de los colores de las variedades de quinua y el de más agrado fue la Kancolla, el cual el tratamiento de mayor aceptabilidad fue el tratamiento 4 que consta de 120 minutos en tiempo de remojo de las semillas, con una proporción de agua (1:6 ) y 5 minutos de pre cocción.
  
- El análisis químico proximal de las hojuelas pre cocidas de quinua en las tres variedades en estudio: Blanca de Juli, Negra de Collana y Kancolla, cumplen con los requisitos de la NTP 205.061-2013. Así como también con los requisitos sensoriales.

## 5.2 Recomendaciones

En vista de los resultados logrados se recomienda para los estudiantes e investigadores lo siguiente:

- Evaluar la viscosidad del producto final
- Evaluar el rendimiento.
- Realizar estudios de las propiedades funcionales de las hojuelas con las tres variedades.
- Realizar un análisis de costos.
- Realizar una prueba de cocción con diferentes marcas ya existentes en el mercado.
- Realizar una evaluación sensorial de color

## REFERENCIAS

- Alcázar, J. (2002). *Diccionario de Industrias Alimentarias*. Cusco, Perú. Editorial Llanos. pp 772
- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC*: Washington DC.
- Ahamed, T., Singhal, R., Kulkarni, P., Pal, M. (1998). A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: review of the chemical composition of its edible parts. *Food and Nutrition Bulletin*. 19(1) *The United Nations University*
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. (2013). *Catálogo de Variedades Comerciales de Quinoa en el Perú*. Perú
- Álvarez, M., Pavón, J., Von Rutte, S. (2002). *Caracterización, la quinoa hacia su cultivo comercial: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias*, 1 disco compacto, 8 mm.
- Ayala, R., & Tapia, D. (1989). *Nutrición y agricultura en comunidades campesinas de Puno*. Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición UNMSM/Proyecto PISA. Lima, Perú.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*, 4<sup>ta</sup> Edición, Ed. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, México. 714 pp.

- Brinegar, C., & Goundan, S. (1993). Isolation and characterization of chenopodin, the seed storage protein of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(2): 182-185.
- Bruin, A. (1964). Investigation of the food value of quinua and cañihua seed. *J. Food Sci.*, 72-876.
- Castro, R. (1996). *Procesamiento de cultivos andinos por el método de expansión por explosión*. Proyecto UNALM. Lima, Perú
- CORPEI – CBI. (2005). Perfil del producto Quinoa: Proyecto CORPEI – CBI. *Expansión de la Oferta Exportable del Ecuador*. Recuperado de [www.ecuadorcalidaddeorigen.com/productos\\_down/perfil\\_q](http://www.ecuadorcalidaddeorigen.com/productos_down/perfil_q)
- Coultate, T. (2007). *Manual de química y bioquímica de los alimentos* Tercera Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- CRS, CIP, FAO. (2003). Estudio de la Quinoa. Recuperado de: <http://www.infoagro.net/shared/docs/a5/cproandinos5.PDF>
- FAO. (1992). Manual sobre utilización de los cultivos andinos subexplotados en la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FAO. (2013). Quinoa 2013 Año Internacional. Chile. Recuperado de [Http://www.fao.org/quinua-2013/es/](http://www.fao.org/quinua-2013/es/)

- Fast, R.. (1991). "Manufacturing Technology of Ready-to-Eat Cereals". En: Breakfast Cereal and How They Are Made. Fast, R.B. and Caldwell, E.F. editors. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.15-42.
- Gandarillas, H. (1982). *El cultivo de la Quinoa: Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios*. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Centro Internacional de Investigación. La paz, Bolivia, p.:8
- GTZ, IICA, INIAP, ERPE. (2001). Manual de Producción de Quinoa de Calidad en el Ecuador.[http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo\\_Agro/Tecnologia\\_innovacion/Agricultura/Cultivos\\_Tradicionales/Manuales/Marroz\\_quinoa/Manual\\_Quinoa.htm](http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricultura/Cultivos_Tradicionales/Manuales/Marroz_quinoa/Manual_Quinoa.htm)
- Hough, J. (1990). *Biotecnología de la cerveza y de la malta*. Acribia, S.A. Zaragoza
- Harper, J. (1981). "Extusion Food". CRC. Press. Boca Ratón, Florida. pp: 127-163
- Hurtado, J., (2008). Diseño experimental. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- INIA. (2008). Liberación de Nueva Variedad de Quinoa INIA-420 "NEGRA COLLANA".  
NOTA DE PRENSA 266-2008-INIA-PW
- Llorente J. (2008). Quinoa: Un auténtico superalimento. *Discoverey de Salud*.  
Recuperado de: <http://www.dsalud.com/index.php?pagina=articulo&c=218>
- Marca, M. (2001). Informe final sobre procesos e investigación agroindustriales en quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Recuperado de:

www.bvcooperacion.pe:8080/biblioteca/bitstream/123456789/738/1/BVCI0000079.pdf

Marca, S., Chauca, W., Quispe, J., Mamani, V. (2011). *Desarrollo de Capacidades de la Cadena Productiva de Quinoa en la Región Puno*. Comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva. Puno, Perú

Marfil, R. (1991). *Método Taguchi, una herramienta para el mejoramiento de la calidad*. *Tecnología de Alimentos*. México. 26 (5)

Medina, P. (2007). Aplicación del modelo de experimentación Taguchi en un ingenio azucarero de Valle del Cauca. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. <http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/15119337-341.pdf>

Miranda, L. (2006). *Six Sigma: Guía para principiantes*. Panorama. México [http://books.google.com.pe/books?id=1r5spBbmUwQC&pg=PA46&dq=metodo+taguchi&hl=es&ei=rC4aTvbHF87OgAeA1fEs&sa=X&oi=book\\_result&ct=thumbnail&resnum=8&ved=0CE4Q6wEwBw#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=1r5spBbmUwQC&pg=PA46&dq=metodo+taguchi&hl=es&ei=rC4aTvbHF87OgAeA1fEs&sa=X&oi=book_result&ct=thumbnail&resnum=8&ved=0CE4Q6wEwBw#v=onepage&q&f=false) [Acceso el 12 de Marzo de 2011]

MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2008). *Estadísticas de Comercio Exterior Agrario 1990 – 1996*. Lima, Perú. pp.55.

Mujica, A. (1997). *Cultivo de Quinoa*. INIA. Serie Manual RI, No. 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Lima, Perú. 130 p

- Mujica, A., Jacobsen, S., Izquierdo, J., Marathee, J. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro.
- Mujica, A. (2006). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Santiago, Chile.
- Mujica, A., & Jacobse, S. (2006). Resúmenes de Investigaciones de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999. Escuela de Posgrado. Puno.
- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A., Jacobsen, S. (2006). Agroindustria de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los países andinos. Editorial Altiplano. Puno, Perú. 11 – 15
- Mujica, A. (2009). *Sustituto ideal, excepcional y adecuado de la carne animal y leche materna en casos de emergencia*. Agro Enfoque, Vol. 23. (p p 41-44).
- Repo-Carrasco, R., & Li Hoyos, N., (2001). *Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 43(2): 168-175.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., Cerón, E. (2006). *Potencial nutricional de harinas de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) variedad piartal de los Andes Colombianos*.
- SALAS, M. (1981). *Obtención de bebida de soya a partir de frijol de soya integral*. Tesis. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

- Tapia, M., Gandarillas, S., Alandia, A., Cardozo, A., Mujica, R., Ortiz, V.....Zanabria A. (1979). Quinoa y Kañiwa, Cultivos Andinos. Oficina Regional para la América Latina. *Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola*. Colombia.
- Tellería, M., Sgarbieri, V., Amaya, J. (1978). Evaluación química y biológica de la quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*): Influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico. 253 - 263
- Vargas, R. (1977). La quinoa como sucedánea y fortificante de la harina de trigo en panificación y galletería. Instituto de Investigaciones Agro – Industriales. Lima, Perú.
- Viñaz, O. (2000). Exportación de quinoa orgánica (*Chenopodium quinoa Willd.*) de la República de Bolivia. La Paz, Bolivia. p 14.
- Yugcha, T. (1988). El cultivo de la Quinoa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *División de Regionalización Agraria. Pronareg*. Ecuador, Quito. 121 - 123
- Zaldivar, R. (2007). *Digestibilidad y Energía digestible de la Harina Integral de Soya y del gluten de maíz en cuy*. Tesis. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

## ANEXOS

### Anexo 1. Descripción del análisis químico proximal.

#### A.1.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990).

#### Materiales y equipo

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa
- Desecador con deshidratante adecuado
- Estufa regulada a  $103 \pm 2$  °C
- Material usual de laboratorio

#### Procedimiento

- Efectuar el análisis en triplicado
- Colocar la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
- Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesar la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar ( $m_1$ ).
- Pesar 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar ( $m_2$ ).
- Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado  $105$  °C x 5 horas.

- Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
- Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg ( $m_3$ ).

### **Cálculo**

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Donde:

$m_1$ : masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos

$m_2$ : masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos

$m_3$ : masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos.

### **A.1.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA TOTAL**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990).

#### **Material y equipo**

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- Equipo Kjeldahl
- Manto calefactor
- pHmetro
- Material usual de laboratorio.

#### **Reactivos**

- Ácido sulfúrico concentrado-

- Sulfato de potasio o sulfato de sodio
- Sulfato cúprico
- Solución de hidróxido de sodio al 15 %. Disolver 150 g de NaOH y completar a 1000 ml
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> conc. y completar a 1000 ml, luego estandarizar con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidro
- Solución de hidróxido de sodio al 30 %. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1000 ml.
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95 %).
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1000 ml con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico.
- Ácido bórico al 3 % . Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1000 ml.
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 ml de HCl conc. y enrasar a Valorar con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidro.

### **Procedimiento**

- Se determinara la masa de 0.1 g de muestra molida, con precisión de 0.1 mg y se coloca en un balón de Kjeldahl.
- Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.

- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 ml de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico. Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada.
- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 min. más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente.
- Enfriar y agregar 200 ml de agua.
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 mL de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 ml en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
  - a) 50 ml de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 ml de agua destilada. Asegurar un exceso de  $H_2SO_4$  para que se pueda realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo o
  - b) 50 ml de ácido bórico al 3 %. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6 Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación

usando 10 ml de una solución de sulfato de amonio 0.1 N, 100 ml de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %.

### **Cálculos**

$$\% N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{m \times 1000}$$

Donde:

V: 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

m : masa de la muestra, en gramos

### **A.1.3 DETERMINACIÓN DE GRASA**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990).

#### **Material y equipo**

- Sistema extractor Soxhlet
- Balanza analítica
- Papel filtro o dedal de celulosa
- Baño termostático
- Estufa de aire 103 ± 2°C

- Tamiz de malla de 1 mm
- Manto calefactor o rotavapor
- Material usual de laboratorio

### **Reactivos**

- Éter etílico P.E. 40-60°C
- Éter de petróleo P.E. 40-60°C

### **Procedimiento**

Preparación de la muestra: En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103+ °C en estufa de aire considerando el tipo de muestra.

- Moler y pasar por tamiz de malla de 1 mm
- Pesar en duplicado 2 a 5 gramos de muestra preparada en el dedal de extracción o papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Registrar “ m”
- Secar el matraz de extracción por 30 min a 103+ 2°C
- Pesar el matraz de extracción y registrar  $m_1$
- Poner el matraz de extracción en el sistema soxhlet el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente al matraz.
- Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg.
- Una vez terminada la extracción eliminar el solvente por evaporación en rotavapor o baño maria bajo campana. Hasta que no se detecte olor a éter.
- Secar el matraz con la grasa en estufa a 103+ 2°C por 10 min, enfriar en desecados y pesar. Registrar  $m_2$ .

## Cálculos

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Donde:

m: peso de la muestra

m<sub>1</sub>: tara del matraz solo

m<sub>2</sub>: peso matraz con grasa

$$\% \text{ grasa cruda en base seca} = \% \text{ grasa cruda} \times \frac{100}{100 - \% \text{ humedad}}$$

### A.1.4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990).

#### Material, insumos y equipo

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- Crisoles o cápsulas de porcelana, sílice o platino
- Desecador con deshidratante adecuado
- Mufla regulada a  $550 \pm 25$  °C

#### Procedimiento

- Pesar al 0.1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (m<sub>0</sub>) 2 gramos de muestra homogeneizada (m<sub>1</sub>).
- Precalcinar previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C por 8 horas, hasta

cenizas blancas o grisáceas. Preenfriar en la mufla apagada y si no se logran cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en el baño de agua y someter nuevamente a incineración.

- Dejar enfriar en desecador y pesar ( $m_2$ )
- Mezclar cuidadosamente y completamente la muestra con la arena, mediante la varilla de vidrio.

### **Calculo**

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

Donde:

$m_2$ : masa en gramos de la cápsula con las cenizas

$m_1$ : masa en gramos de la cápsula con la muestra

$m_0$ : masa en gramos de la cápsula vacía

### **A.1.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA**

La determinación de fibra se realizó de acuerdo a la técnica recomendada por la AOAC (1990).

#### **Materiales y Equipos**

- Aparato de calentamiento a reflujo.
- Balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg.
- Crisoles de porcelana o de sílica.
- Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador u otro).
- Dispositivo de succión al vacío.

- Embudo Büchner de polipropileno
- Estufa a  $103 \pm 2$  °C. 6.1.8. Tamiz de malla 1 mm.
- Placa calefactora capaz de llevar 200 ml de agua a 25 °C. Hasta ebullición en 15 + 2 min.
- Material usual de laboratorio.

### **Reactivos**

- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N
- Etanol al 95%.
- Éter de petróleo

### **Preparación de la muestra**

- Moler la muestra.
- Pasar por un tamiz de malla de 1 mm..
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1

### **Procedimiento**

- Pesar a 0.1 mg alrededor de 2 g de muestra preparada y transferir en al matraz del aparato de calentamiento a reflujo. Registrar “s “
- Agregar 1.5 a 2.0 g de fibra cerámica preparada.
- Agregar 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.255 N, hirviente, gotas de antiespumante y perlas de vidrio.
- Conectar el aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- Desmontar el equipo y filtrar a través del embudo Büchner tipo California o sus alternativas.

- Lavar con 50 a 75 ml de agua hirviente, repetir el lavado con 3 porciones de 50 ml de agua o hasta que cese la reacción ácida.
- Retornar el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- Lavar con 25 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.255 N, hirviente, con 3 porciones de 50 ml de agua hirviente y con 25 ml de etanol al 95%.
- Remover el residuo y transferir al crisol.
- Secar en estufa a  $130 \pm 2$  °C por 2 horas, enfriar en desecador y pesar.
- Incinerar 30 minutos a  $600 \pm 15$  °C, enfriar en desecador y pesar.
- Determinar un blanco en las mismas condiciones que la muestra.

### **Cálculos**

% Fibra cruda en muestra molida =  $C = \frac{\text{pérdida de peso en la incineración} - \text{pérdida de peso del blanco de fibra cerámica}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$

## Anexo 2. Formato para prueba de escalas de categoría

### A.2.1 Cartilla empleada para la evaluación sensorial

**NOMBRE:** .....**FECHA:**.....

**NOMBRE DEL PRODUCTO:**.....

Frente a usted hay muestras de hojuelas de quinua de tres variedades, usted debe probarlas y evaluar de acuerdo a cada uno de los atributos mencionados

Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal

#### ATRIBUTOS

<b>Textura</b>	----- -----
	Duro <span style="float: right;">Tierno</span>
<b>Masticabilidad</b>	----- -----
	Duro <span style="float: right;">Tierno</span>
<b>Sabor</b>	----- -----
	Crudo <span style="float: right;">Pre cocinado</span>
<b>Aceptabilidad</b>	----- -----
	Me disgusta <span style="float: right;">Me gusta muchísimo</span>

#### COMENTARIOS:

---



---



---

**MUCHAS GRACIAS!**

### **Anexo 3. NORMA TECNICA PERUANA 205.061.2013 PARA HOJUELAS DE QUINUA PRE COCIDA**

#### **Condiciones generales**

- Las hojuelas deberán provenir de granos de quinua procesada (beneficiada), limpios, sanos, libres de infestación por insectos y de cualquier otra materia extraña objetable.
- Las hojuelas de quinua deberán ser preparadas, procesadas y envasadas bajo condiciones higiénico-sanitarias acordes a las Buenas Prácticas de Manufactura y a la legislación nacional vigente.

#### **Requisito**

##### **- Requisitos físicos**

**Impurezas:** El contenido de impurezas no deberá ser mayor a 0,35 % en masa de las hojuelas de quinua, considerándose como impurezas la presencia de todo material distinto de las hojuelas de quinua y lo definido en la NTP 205.062.

**Tamaño de partícula:** El tamaño de las hojuelas de quinua deberá ser igual o superior a 1 mm de diámetro. El porcentaje máximo de finos permitido (partículas de hojuelas con un diámetro menor a 1.00 mm), equivalente al tamiz ASTM 18 (Tylor No. 16 = 1,00 mm)<sup>1</sup>, no deberá ser superior al 30 % del producto.

**- Requisitos físico – químicos de las hojuelas de quinua cruda**

Requisitos	Unidad	Valores	
		Min.	Máx.
Humedad	%	-	13.5
Proteínas	%	10	-
Fibra cruda	%	2	-
Cenizas totales	%	-	3.5
Grasa	%	4	-

**- Requisitos físico – químicos de las hojuelas de quinua pre cocida**

Requisitos	Unidad	Valores	
		Min.	Máx.
Humedad	%	-	13.5
Proteínas	%	9	-
Fibra cruda	%	2	-
Cenizas totales	%	-	3.5
Grasa	%	3.5	-



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0135-2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Yulitza Veronica Condori Condori  
 ESCUELA PROFESIONAL : INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
 LUGAR DE PROCEDENCIA : UPeU  
 TITULO DE TESIS : "Determinación de parámetros en la elaboración de hojuelas de quinua precocida en variedades de quinua"  
 PRODUCTO : - Quinua blanca de Juli, Kancolla y Negra Kollana  
 - Hojuela de quinua blanca de Juli, hojuela de Kancolla y hojuela de Negra Kollana  
 ENSAYO SOLICITADO : FISICO QUIMICO  
 FECHA DE RECEPCION : 02 de Diciembre del 2015  
 FECHA DE ENSAYO : 02 de Diciembre del 2015  
 FECHA DE EMISION : 04 de Diciembre del 2015

**RESULTADOS:**

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS

MUESTRA	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidratos
BLANCA DE JULI R-1	10,38	1,78	16,57	6,65	2,18	62,44
R-2	10,42	1,81	16,57	6,67	2,21	62,33
R-3	10,40	1,76	16,77	6,63	2,19	62,25
KANCOLLA R-1	8,71	2,02	16,77	6,35	2,85	63,30
R-2	8,72	2,01	16,77	6,38	2,87	63,25
R-3	8,74	2,06	16,93	6,40	2,82	63,05
NEGRA KOLLANA R-1	7,79	2,29	17,47	5,87	2,75	63,83
R-2	7,82	2,32	17,27	5,90	2,72	63,97
R-3	7,80	2,30	17,47	5,85	2,78	63,80
HOJ. BLANCA DE JULI R-1	6,37	2,01	14,59	5,83	1,35	69,85
R-2	6,40	2,05	14,79	5,80	1,39	69,57
R-3	6,42	2,03	14,59	5,85	1,37	69,74
HOJUELA - KANCOLLA R-1	7,45	2,06	17,23	4,40	1,42	67,44
R-2	7,48	2,09	17,02	4,43	1,46	67,52
R-3	7,50	2,11	16,82	4,45	1,45	67,67
HOJUELA NEGRA. KOLLANA R-1	7,06	2,26	16,82	4,87	1,64	67,35
R-2	7,09	2,30	16,82	4,90	1,67	67,22
R-3	7,11	2,28	17,23	4,85	1,70	66,83

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990,

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 04 de Diciembre del 2015



Ing. OSWALDO ARPASI ALCA  
 Control de Calidad de Alimentos  
 LABORATORIO  
 C.I.P. 160625