

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“ELABORACION DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE  
GERMINADO Y HOJAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*, Willd) Y  
ARVEJA (*Pisum sativum*).”**

**Presentada por:**

**EVELYN JACQUELINE RAMIREZ MIRANDA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Lima – Perú  
2015**

**Dedicatoria:**

A Dios.

A mis padres Luis y Jacqueline.

A mis hermanos Josselyne y Luis.

A los Ingenieros de la FIAL

## INDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1.	LA NUTRICION Y EL CRECIMIENTO ECONOMICO.....	3
2.1.1.	GRUPO ETARIO 10 A 13 AÑOS.....	5
2.2.	QUINUA.....	7
2.2.1.	ORIGEN E HISTORIA.....	7
2.2.2.	PRODUCCION DE QUINUA EN PERU.....	8
2.2.3.	DENOMINACION TAXONOMICA.....	11
2.2.4.	VARIETADES DE QUINUA EN EL PERU.....	12
2.2.5.	GRANOS DE QUINUA.....	14
2.2.6.	HOJAS DE QUINUA.....	17
2.2.6.1.	ACTIVIDADES ANTIOXIDANTES Y ANTICANCERÍGENAS DE LAS HOJAS DE QUINUA (Chenopodium quinoa, Willd) ESTUDIO IN VITRO.....	20
2.2.7.	GERMINACION.....	22
2.3.	ARVEJA.....	25
2.3.1.	ORIGEN DE LA ARVEJA.....	25
2.3.2.	PRODUCCION DE ARVEJA EN EL PERU.....	26
2.3.3.	DENOMINACION TAXONOMICA DE LA ARVEJA.....	28
2.3.4.	CONTENIDO NUTRICIONAL.....	29
2.4.	SOPA DESHIDRATADA.....	31
2.4.1.	CONCEPTO.....	31
2.4.2.	MEZCLAS DESHIDRATADAS ELABORADAS A PARTIR DE VEGETALES.....	32

2.4.2.1. CRITERIOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MEZCLA PROTEICA.....	34
2.4.3. PROCESO DE COCCIÓN.....	35
2.5. INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE SOPA DESHIDRATADA.....	36
2.5.1. HARINA DE ARVEJA.....	36
2.5.2. AJO DESHIDRATADO EN POLVO.....	37
2.5.3. CEBOLLA DESHIDRATADA EN POLVO.....	38
2.5.4. PIMIENTA ( <i>Piper Nigrum l.</i> ).....	39
2.5.5. CURCUMA ( <i>Curcuma Longa</i> ).....	40
2.6. EVALUACION SENSORIAL DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS.....	41
2.7. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA.....	41
2.8. DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> .....	43
III. MATERIALES Y METODOS.....	44
3.1. MATERIA PRIMA.....	44
3.2. MATERIALES.....	44
3.3. EQUIPOS.....	45
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	47
3.4.1. ANÁLISIS FÍSICOS.....	47
3.4.2. ANÁLISIS QUÍMICOS.....	47
3.4.3. DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> .....	48
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	50
3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.5.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	50
3.5.3. DEFINICIONES OPERACIONALES.....	50
3.5.4. DISEÑO DE INVESTIGACION.....	51
3.5.5. ELABORACIÓN DE HARINA DE GERMINADO DE QUINUA.....	53

3.5.6.	ELABORACIÓN DE POLVO DE HOJAS DE QUINUA.....	55
3.6.7.	PROCESO PARA LA OBTENCION DE SOPA DESHIDRATADA.....	58
3.6.8.	ANALISIS SENSORIAL PRUEBA DE ACEPTACION.....	61
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	63
4.1.	MATERIA PRIMA.....	63
4.2.	CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS SOPAS DESHIDRATADAS.....	69
4.3.	DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA.....	70
4.4.	ANALISIS SENSORIAL DE LA MUESTRA.....	75
V.	CONCLUSIONES.....	77
VI.	RECOMENDACIONES.....	78
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79
VIII.	ANEXOS.....	87

## INDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Necesidades de proteínas de alta calidad de la población menor de 18 años por sexo y grupos de edades.....	6
Cuadro 2: Superficie, producción y rendimiento de quinua en el Perú.....	9
Cuadro 3: Características de la semilla de algunas variedades de quinua en el Perú.....	13
Cuadro 4: Composición del Valor Nutritivo de la Quinua en Materia Seca en Comparación con Alimentos Básicos (%) en 100g de muestra.....	14
Cuadro 5: Contenido de lisina, metionina, treonina y triptófano en granos andinos y en trigo (mg de aminoácidos/g de proteínas).....	15
Cuadro 6: Comparación de los aminoácidos de la quinua con otros alimentos.....	16
Cuadro 7: Comparación en contenido de proteína y lípidos de la hoja de quinua fresca con otras hortalizas.....	18
Cuadro 8: Análisis químico de hojas tiernas de seis variedades de quinua.....	18
Cuadro 9: Producción de arveja seca en el Perú (2007-2013).....	26
Cuadro 10: Superficie de arveja seca cosechada en el Perú (2003-2013).....	27
Cuadro 11: Composición química característica de la arveja.....	30
Cuadro 12: Combinaciones Excelentes de proteínas alimentarias.....	33
Cuadro 13: Dimensión, indicador e índice de la variable independiente y dependiente....	50
Cuadro 14: Matriz Fija y Variable de la sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua ( <i>Chenopodium quinoa, willd</i> ) y arveja harina ( <i>Pisum sativum</i> ).....	51

Cuadro 15: Matriz real del diseño de formulación de la parte variable.....	52
Cuadro 16: Matriz Variable de la crema deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (chenopodium quinoa, willd) y arveja (pisum sativum).....	53
Cuadro 17: Cuadro de puntaje del nivel de agrado.....	61
Cuadro 18: Análisis proximal de la quinua blanca de Hualhuas.....	63
Cuadro 19: Controles de humedad en el proceso de germinación de quinua.....	64
Cuadro 20: Humedad y peso de la quinua en la etapa de secado.....	65
Cuadro 21: Análisis proximal de Harina de Germinado de Quinua.....	66
Cuadro 22: Análisis Proximal de Hojas de Quinua.....	68
Cuadro 23: Análisis proximal de Harina de Arveja.....	68
Cuadro 24: Porcentaje proteico en las Formulaciones F1, F2 y F3.....	69
Cuadro 25: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en Formulación 1 (F1), con respecto al pH y al tiempo.....	71
Cuadro 26: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en Formulación 2 (F2), con respecto al pH y al tiempo.....	72
Cuadro 27: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en Formulación 3 (F3), con respecto al pH y al tiempo.....	73
Cuadro 28: Resultados de la Prueba Sensorial.....	75
Cuadro 29: Resultados de evaluación sensorial- Prueba Hedónica con puntaje.....	90
Cuadro 30: Ponderación de las calificaciones dadas en la evaluación sensorial.....	92

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción de quinua en el Perú (Tn/año).....	9
Figura 2: Producción de quinua en los principales departamentos del Perú.....	10
Figura 3: Hojas de quinua.....	21
Figura 4: Quinua germinada .....	24
Figura 5: Producción de arveja en el Perú (2007-2013).....	27
Figura 6: Superficie de arveja seca cosechada en el Perú (2003-2013).....	28
Figura 7: Digestibilidad in vitro.....	49
Figura 8: Elaboración de harina de germinado de quinua.....	54
Figura 9: Elaboración de harinas de hojas de quinua.....	56
Figura 10: Elaboración de sopa deshidratada.....	58
Figura 11: Diseño experimental para la elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua y arveja.....	60
Figura 12: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 1 (F1).....	71
Figura 13: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 2 (F2).....	72
Figura 14: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 3 (F3).....	73
Figura 15: Acondicionamiento de la Germinación.....	97
Figura 16: Etapas del proceso de germinación.....	97
Figura 17: Proceso de secado.....	98
Figura 18: Harina de arveja.....	98
Figura 19: Proceso de Secado de Hojas de quinua.....	99



Figura 20: Evaluación Proteíca.....	100
Figura 21: Sopa Deshidratada.....	100

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Calculo del porcentaje proteico en las 3 formulaciones usadas.....	87
Anexo 2: Formato de evaluación de grado de satisfacción.....	90
Anexo 3: Resultados de evaluación sensorial.....	91
Anexo 4: Figuras del proceso de elaboración de sopa deshidratada.....	97

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de utilizar las hojas de quinua como alimento, aplicándolo en una mezcla alimenticia con alto contenido proteico y alta digestibilidad. Para la mezcla alimenticia mencionada se utilizaron las siguientes materias primas: germinado de quinua, hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) y harina de arveja (*Pisum sativum*), obteniéndose así una sopa deshidratada. El producto elaborado está dirigido a niños de 10-13 años de edad. La sopa deshidratada está compuesta por una matriz fija y una variable. La matriz fija tiene el 40% del peso de la mezcla alimenticia total, la cual contiene a los insumos secundarios, mientras que la matriz variable representa el 60% del peso de la mezcla alimenticia total, la cual estaba compuesta por germinado de quinua, hojas de quinua y harina de arveja. Para determinar el porcentaje de cada insumo necesario en la matriz variable, se usó un Diseño de Mezclas, obteniendo 10 formulaciones, a través del programa Statgraphics Centurion. Estas formulaciones fueron evaluadas sensorialmente mediante una prueba hedónica, seleccionándose las 3 mejores formulaciones. En la primera formulación (26% harina de germinado de quinua, 8.5% harina de hojas de quinua y 25.5% harina de Arveja) el contenido de proteínas fue de 11.61% y de digestibilidad 90.98 %, en la segunda formulación (22.5% harina de germinado de quinua, 8.5% harina de hojas de quinua y 29% harina de Arveja) se obtuvo 10.05% de proteína y una digestibilidad de 91.34% y en la tercera formulación (27% harina de germinado de quinua, 7% harina de hojas de quinua y 26% harina de Arveja) se obtuvo 10.05% de proteína y una digestibilidad de 92.07%. Finalmente la prueba hedónica aplicada a los niños de 10-13 años, describe como alta aceptación la tercera formulación.

**Palabras clave:** Digestibilidad, Proteína, Quinua, Mezcla Proteica.

## **ABSTRACT**

This research was conducted with the purpose of using quinoa leaves as food, feed mixture by applying a high protein content and high digestibility. Germinated quinoa, quinoa leaves (*Chenopodium quinoa*, Willd) and pea flour (*Pisum sativum*), thus obtaining a dehydrated soup: For food mixture mentioned the following raw materials were used. The finished product is aimed at children aged 10-13 years old. Dehydrated soup consists of a fixed and a variable matrix. The fixed die has 40% of the weight of the total feed mixture, which contains the secondary inputs, while the variable matrix represents 60% of the weight of the total feed mixture, which was composed of germinated quinoa leaves quinoa and pea flour. To determine the percentage of each input required in the variable matrix, Mix Design was used, obtaining 10 formulations through Centurion Statgraphics program. These formulations were evaluated using a hedonic sensory testing, selected the top 3 formulations. In the first formulation (26% germinated quinoa flour, 8.5% quinoa flour leaves and pea flour 25.5%) protein content was 11.61% and 90.98% digestibility in the second formulation (22.5% flour sprouted quinoa, 8.5% leaf meal quinoa and 29% pea flour) 10.05% protein and digestibility of 91.34% was obtained and the third formulation (27% flour germinated quinoa, 7% leaf meal quinoa and 26% pea flour) 10.05% protein and digestibility of 92.07% was obtained. Finally hedonic test given to children 10-13 years, high acceptance described as the third formulation.

**Key Words:** Digestibility, Protein, Quinoa, Protein Blend

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la quinua es uno de los granos más importantes a nivel mundial, gracias a la difusión que se ha hecho al alto contenido de proteínas que posee. Muchos nutricionistas han realizados estudios a la proteína de la quinua y a su digestibilidad, pues es importante que gran porcentaje de la cantidad de proteína consumida sea digerible en el organismo. La proteína es parte fundamental en una dieta, en especial para los niños de 10 a 13 años que se encuentran en formación de músculos y estructura ósea (OMS, 1995). En la práctica el consumo de proteínas que realiza el grupo etario mencionado es mínimo, debido al alto costo económico que conlleva.

Por ello importante desarrollar los medios para que la población infantil pueda alimentarse mejor, consumiendo productos en cantidad apropiada, y que estén al alcance de la economía. La alternativa inmediata está, aparentemente, en una educación alimentaria orientada al consumo de dietas conformadas principalmente por alimentos de origen vegetal y animal para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos alimentarios disponibles en el país. Con una mezcla alimenticia bien desarrollada, que posea un balance de proteínas ideal se podría ayudar a combatir la desnutrición en el país, sobre todo en la población más vulnerable como son los niños.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de utilizar otros tipos de materia prima, para ser utilizados en reemplazo parcial o total de los usados actualmente. De esta manera, sería factible elaborar que nos permita elaborar una mezcla alimenticia cuyo valor nutricional, principalmente proteico, sea elevado y beneficie al grupo objetivo (infantes).

La sopa deshidratada está basada en hojas de quinua, consideradas de alto contenido proteico en comparación con hojas de otros vegetales como alcachofa, cebolla, berros o espinaca (Repo Carrasco, 1992).

Actualmente no se les da uso alimentario a las hojas, ya que aún no se hacen extensivas sus propiedades benéficas. También se utilizó quinua germinada, la cual ha sufrido reacciones químicas internas que se visualizan con la aparición de raíces, elevando el contenido de proteína y su digestibilidad. Además con el fin de realizar un equilibrio de aminoácidos, se utilizó la arveja, leguminosa con alto contenido proteico, complementándose con la quinua.

El objetivo general de la presente investigación es desarrollar una sopa deshidratada a partir de granos germinados de quinua, hojas de quinua y arveja con alto contenido de proteínas. El objetivo específico es elaborar una formula óptima de sopa deshidratada con alto contenido proteico y alta digestibilidad.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. LA NUTRICION Y EL CRECIMIENTO ECONOMICO**

El Perú es uno de los países en vías de desarrollo donde los indicadores de desnutrición nos muestran una situación muy problemática, siendo la población infantil uno de los grupos más vulnerables, puesto que se trata de niños en crecimiento cuyos requerimientos energético, proteicos y demás nutrientes son relativamente elevados en relación a otros grupos de edad. Las materias primas que se utilizan en la elaboración de mezclas alimenticias, que actualmente se encuentran en el mercado, están constituidas principalmente por trigo, maíz y arroz, razón por la cual su valor nutritivo es bajo, limitándose al aporte energético proveniente de carbohidratos y grasas, existiendo déficit de proteínas (Higinio, 2011).

El estado nutricional de un individuo es resultado del equilibrio o desequilibrio entre el consumo de alimentos y el respectivo aprovechamiento de nutrientes para llenar los requerimientos de estos por el organismo. El consumo de alimentos, al igual que los procesos de digestión, absorción y utilización de nutrientes por el organismo, depende de múltiples factores los cuales interactúan para producir el balance entre el aprovechamiento biológico de nutrientes y los requerimientos, cuyo resultado final es el estado nutricional del individuo (Behrman *et al.*, 2004).

Según la OMS (1995), el estado nutricional se puede clasificar en diferentes áreas y, cuando hablamos de la antropometría se usa el índice de masa corporal, el cual es un indicador nutricional que usa la variable peso en relación con la talla para evaluar las reservas de grasa corporal, permite evaluar los niveles de delgadez, sobrepeso u obesidad de ambos sexos de acuerdo con puntos de corte establecidos.

La alta prevalencia de malnutrición en un país es prueba clara de un desarrollo deficiente y ésta además es causa de malnutrición y hambre. El crecimiento y el desarrollo económico

que no conduce a reducciones significativas de la malnutrición, son un crecimiento y un desarrollo mal concebidos. Incluso el crecimiento económico y el desarrollo sin dirección, pueden llevar lentamente a menores tasas de malnutrición.

Para el crecimiento económico sostenible y el desarrollo social se necesitan políticas bien concebidas, que beneficien a los pobres y a los desnutridos. Este enfoque del desarrollo se ha denominado «desarrollo con rostro humano». La meta es garantizar un suministro alimentario estable y seguro para todos, una protección adecuada contra las enfermedades, disponibilidad de servicios de salud para todos, y un ambiente que fomente y apoye buenas prácticas de cuidados para quienes necesitan esta atención. Lograr estas metas no es fácil para los países pobres que luchan para salir de la escasez. Sin embargo, el estímulo del crecimiento con equidad es viable y es la única estrategia moral que se puede adoptar (Latham, 2002).

Al mismo tiempo, se deben hacer todos los esfuerzos para reducir la malnutrición, sin tener en cuenta la tasa de crecimiento económico. Varios países han demostrado que esto se puede hacer. Son necesarias en general las intervenciones en nutrición dirigidas a las principales formas de malnutrición, como malnutrición proteinoenergética (MPE), carencia de vitamina A, anemias nutricionales y trastornos por carencia de yodo (TCY), pues ayudan a reducir la malnutrición con más rapidez de lo que quizá pueda lograr el crecimiento económico por sí solo, aun si éste tiene un rostro humano (Latham, 2002). Es tentador de apuntar solo a soluciones rápidas relacionadas con la malnutrición de micronutrientes, mientras que se ignoran las acciones más difíciles que se necesitan para reducir la MPE. Esta negligencia se debe combatir, pues la MPE es casi siempre la forma principal de malnutrición y las acciones para reducirla tienen otros beneficios (Latham, 2002).



### **2.1.1. GRUPO ETARIO 10 A 13 AÑOS**

Las necesidades energéticas de las personas varían y dependen de muchos factores: la estatura y la composición corporal, la edad, el ritmo de crecimiento, el sexo, el tipo de actividad física que regularmente realicen y las condiciones fisiológicas o de salud (enfermedades, infecciones, embarazo y lactación) en que se encuentre. Al aumentar el volumen corporal, el total de la energía necesaria es mayor; sin embargo, este valor disminuye por unidad corporal. Por ejemplo, a medida que un niño crece en tamaño necesita más calorías, porque su cuerpo es más grande, pero necesita menos calorías para energía por unidad de tamaño corporal.

Con la edad suele modificarse el consumo de energía; por lo general, los ancianos gastan menos debido, en gran parte, a la disminución de las actividades físicas. En adultos jóvenes el 68% del consumo de energía se asocia con los procesos vitales del organismo y un 32% con la actividad física; en los ancianos estos porcentajes se modifican al 75% en procesos vitales y un 25% hacia la actividad física (Pitt, 1982).

Los hábitos alimenticios han variado en sociedad actual y donde mejor se puede ver es la alimentación de niños y jóvenes, con dietas ricas en grasa e hidratos de carbono, pero también hay que anotar el efecto contrario con problemas alimentarios como anaroxia y la bulimia. La escases o excesos de algunos alimentos desequilibra el estado nutricional óptimo. El estudiantes debe tener una dieta satisfactoria, que contenga todos los grupos de alimentos, reforzando aquellos que aporten energía, ya que suelen realizar actividad física mayor. Así como vitaminas y minerales que le permitan aumentar o mantener su capacidad de concentración y estudio (Villezca et al., 2001).

Casi todos los niños en edad escolar (10 a 13 años) en los países en desarrollo asisten a escuelas primarias. La mayoría es a jornada completa, pocas de las cuales suministran una comida a mediodía. En las áreas rurales, la escuela está con frecuencia a varios kilómetros de distancia del hogar de los padres. El niño por lo general tiene que salir de casa temprano por la mañana y caminar una distancia considerable hasta la escuela. A menudo no desayuna o desayuna muy poco en casa antes de salir; no recibe alimentos en la escuela; y la primera y algunas veces la única comida del día es al final de la tarde (OMS, 1995).

Los niños escolares se consideran, en general, aquellos cuyas edades están comprendidas entre 10 y 13 años de edad. Se caracterizan por presentar cambios menos dinámicos y situaciones más estables, en cuanto al crecimiento y desarrollo, que los habidos durante la lactancia y la adolescencia. Los niños de este grupo etario muestran un consistente, aunque lento, ritmo de crecimiento físico, continuando la maduración de las habilidades motrices finas y gruesas, así como las evoluciones positivas en el crecimiento cognitivo y en el social (Salvador *et. al.*, 2001).

En esta etapa de rápido crecimiento y desarrollo físico e intelectual junto con la mayor actividad que se lleva a cabo en esta etapa, están aumentadas las necesidades de energía y de algunos nutrientes en el organismo. Por lo tanto habrá que adecuar la alimentación a esta etapa de la vida (OMS, 1995).

La mayoría de las elecciones alimenticias están marcadas, principalmente, por factores externos a los padres y familiares, como son los amigos y los distintos medios de comunicación, siendo la televisión la que tiene mayor influencia en niños de todas las edades. Muchos anuncios comerciales presentan alimentos durante los programas infantiles y los más frecuentemente anunciados son aquellos ricos en azúcar, grasa, y sal. Además, los mensajes de estos comerciales repercuten sobre la vertiente emocional y la psicológica del niño, poseen poca base nutricional (Salvador *et. al.*, 2001).

**Cuadro 1: Necesidades de proteínas de alta calidad de la población menor de 18 años por sexo y grupos de edades.**

Grupos de edades	Hombres (g/día)	Mujeres (g/día)
Menores de 1 año	12.7	11.7
1 a 3 años	14.4	13.7
4 a 6 años	19.2	18.2
7 a 9 años	25.5	25.1
10 a 13 años	35.4	35.5
14 a 17 años	49.5	45.2

Fuente: OMS (1985)

## **2.2. QUINUA**

### **2.2.1. ORIGEN E HISTORIA**

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú, Esto fue corroborado por Gandarillas (1979), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

La quinua es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina para las condiciones de montañas de altura, aunque un ecotipo que se cultiva en Chile, se produce a nivel del mar. Domesticada por las culturas prehispánicas, se la utiliza en la alimentación desde por lo menos unos 3000 años (Tapia, 1997).

Una evidencia del uso de la quinua se encuentra en la cerámica de la cultura Tiahuanaco, que representa a la planta de quinua, con varias panojas distribuidas a lo largo del tallo, lo que mostraría a una de las razas más primitivas (Yacovleff y Herrera, 1943).

La región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas (Lescano, 1994), y dentro de ella se encuentran diferentes subcentros. Según Lescano, en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes.

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética. La quinua, es una planta andina que muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco – Perú) (Mujica, 1996).

### **2.2.2. PRODUCCION DE QUINUA EN PERU**

En los últimos años, se constata un progresivo aumento de la producción de quinua, especialmente en los países que han sido tradicionalmente los principales productores, esto es Bolivia, Perú y Ecuador. Se estima que más del 80% de la producción mundial de quinua se concentra en esos tres países (FAOSTAT, 2013).

Las excepcionales condiciones naturales de las zonas alto andinas, favorecen la producción de quinua. La cosecha que actualmente se cultiva en diferentes regiones de la sierra y costa peruana, superarán las 55,000 toneladas de producción durante el año 2014, estimó el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2014).

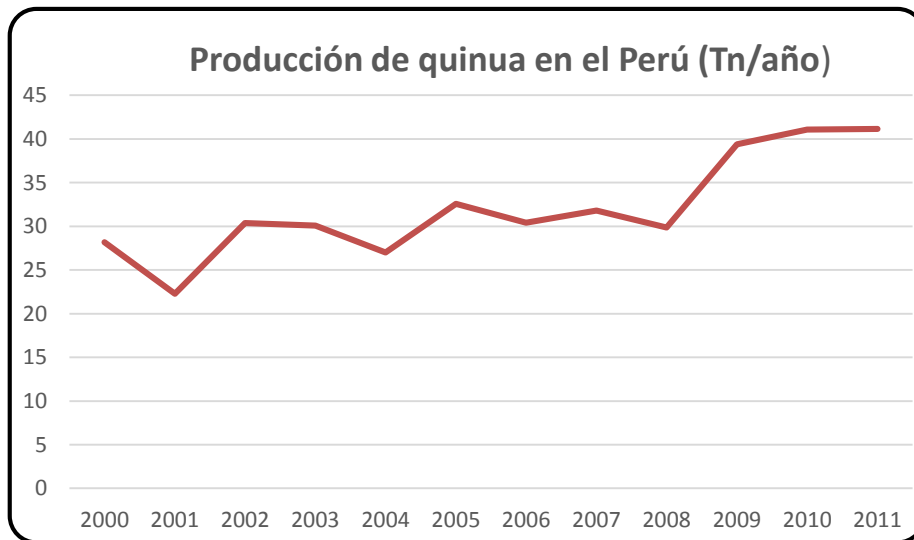
En el Perú cerca de 70,000 pequeños agricultores están involucrados en el cultivo de la quinua. Sin embargo, en estos dos últimos años hay empresas que ya están sembrando grandes extensiones entre 200 a 300 hectáreas en la costa. La producción promedio en la sierra peruana es de cerca de 2,000 kilogramos por hectárea, pero desde que se comenzó a sembrar en zonas cercanas a la costa como Majes o Pedregal se ha reportado hasta 7,000 kilos por hectárea. La alta rentabilidad de este cultivo es la principal razón de la apuesta de la industria. La semilla tiene un precio entre S/. 20 y S/ .25 por kilo, mientras que el precio de venta al público se ha incrementado de los S/. 8 en promedio que se tenía a más de S/. 20 por kilo en los últimos años (MINAGRI, 2014).

El Perú tiene un nivel de consumo per cápita de 1.3 kilos anual, con alto potencial de incremento en el mediano plazo. La promoción de la quinua viene impulsando el negocio gastronómico y la industria de alimentos funcionales. Los principales departamentos productores de quinua en el Perú son: Puno, productor por excelencia, donde se concentra más del 80% de la producción nacional; seguida por Junín, Ayacucho y Cusco con 5%, 3% y 2% respectivamente (INIA, 2010). El Cuadro 2 muestra el incremento de superficie sembrada, producción y rendimiento de la quinua en el Perú, desde el 2000 hasta el 2011. El volumen de producción en Perú supera al de Bolivia, lo que se explica por los mayores rendimientos por hectárea obtenidos en Perú, que prácticamente duplican a los obtenidos en el país vecino. La información disponible no permite identificar las razones de esta diferencia tan marcada de productividad, las que pueden estar asociadas a mejores condiciones agroecológicas, o a mejoría en la calidad genética y técnicas de cultivo, o más probablemente a una combinación de dichos factores (FAOSTAT, 2013).

**Cuadro 2: Superficie, producción y rendimiento de quinua en el Perú**

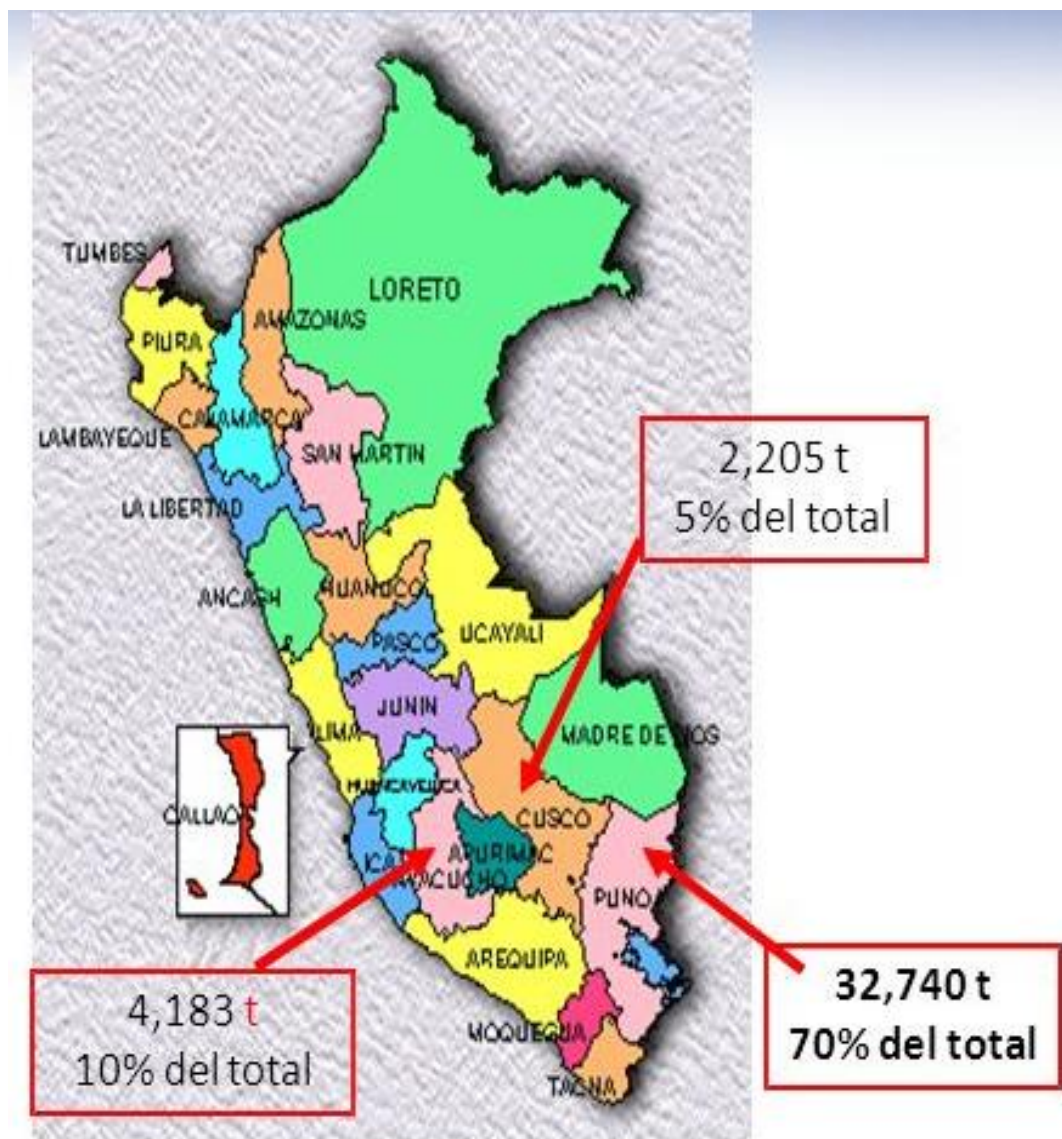
Año	Superficie (Hectáreas)	Producción (Toneladas)	Rendimiento (qq/ha)
2011	35.461	41.168	11.6
2010	35.313	41.079	11.63
2009	34.026	39.397	11.57
2008	31.163	29.867	9.58
2007	30.381	31.824	10.47
2006	29.947	30.429	10.16
2005	28.632	32.59	11.38
2004	27.676	26.997	9.75
2003	28.326	30.085	10.62
2002	27.851	30.373	10.9
2001	25.601	22.267	8.6
2000	28.889	28.191	9.7

Fuente: FAOSTAT (2013) Nota: 1qq = 100 Kilogramos.



**Figura 1: Producción de quinua en el Perú (Tn/año)**

Fuente: FAOSTAT (2013)



**Figura 2: Producción de quinua en los principales departamentos del Perú**

Fuente: MINAGRI (2014)

### 2.2.3. DENOMINACION TAXONOMICA

La quinua es una planta de la familia *Chenopodiaceae*, género *Chenopodium*, sección Chenopodia y subsección Cellulata. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia Chenopodiaceae y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies.

Dentro del género *Chenopodium* existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias: como productoras de grano, *Ch. quinoa Willd.* y *Ch. pallidicaule Aellen*, en Sudamérica; como verdura *Ch. nuttalliae Safford* y *Ch. ambrosioides L.* en México; *Ch. carnosololum* y *Ch. ambrosioides* en Sudamérica; el número cromosómico básico del género es nueve, siendo una planta alotetraploide con 36 cromosomas somáticos. Este género también incluye especies silvestres de amplia distribución mundial: *Ch. album*, *Ch. hircinum*, *Ch. murale*, *Ch. graveolens*, *Ch. petiolare* entre otros (Giusti, 1970).

Según Mújica (1983), la quinua está ubicada dentro de la sección Chenopodia y tiene la siguiente posición taxonómica:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Angiospermas
Familia:	Chenopodiáceas
Género:	<i>Chenopodium</i>
Sección:	<i>Chenopodia</i>
Subsección:	<i>Cellulata</i>
Especie:	<i>Chenopodium quinoa, Willd</i>

#### 2.2.4. VARIEDADES DE QUINUA EN EL PERU

La quinua es una especie tetraploide, tiene 36 cromosomas somáticas, 4 genómicos con un número básico de 9 cromosomas ( $4n = 4 \times 9 = 36$ ). El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo. El grano de quinua, de color blanco, gris o rosado, se clasifica en grande (2.2-2.6 mm), medio (1.8-2.1 mm) y pequeño (menor de 1.8 mm). Su pericarpio almacena un esteroide (saponina) que fluctúa entre el 0.06% y 5.1%, que le da sabor amargo, presenta cierta toxicidad (Torres y Minaya, 1980).

El contenido de saponina en quinua es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano (Gandarillas, 1967), carácter amargo o contenido de saponina estaría determinado por un simple gen dominante. Sin embargo, la presencia de una escala gradual de contenido de saponina indicaría más bien su carácter poligénico.

La amplia variabilidad genética de la quinua le permite adaptarse a diversos ambientes ecológicos (valles interandinos, altiplano, yungas, salares, nivel del mar) con diferentes condiciones de humedad relativa, altitud (desde el nivel del mar hasta las 4.000 metros de altura) y es capaz de hacer frente a cambios de temperatura que oscilan entre  $-8^{\circ}\text{C}$  hasta  $38^{\circ}\text{C}$ . Según información del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) existen alrededor de 100 cultivares de quinua, cuyos granos son preparados de diversas maneras para su consumo directo y transformados en múltiples derivados. En el Perú hay 3 mil ecotipos de las cuales el INIA conserva el material genético de alrededor 2 mil ecotipos (INIA, 2013).

Tipos de Quinua en Perú: Amarilla Maranganí, Kancolla, Blanca de Juli, Cheweca, Witulla, Salcedo-INIA, Quillahuaman-INIA, Camacani I, Camacani II, Huariponcho, Chullpi, Roja de Coporaque, Ayacuchana-INIA, Huancayo, Hualhuas, Mantaro, Huacataz, Huacariz, Rosada de Yanamango, Namora (Canahua et al., 2002).

El Cuadro 3 realizado por Mujica (1996) muestra las características de la semilla de algunas variedades de quinua.



**Cuadro 3: Características de la semilla de algunas variedades de quinua en el Perú.**

Variedades	Color grano	Forma	Tamaño (mm)
Sajama	Blanco	Cónica	2.0 - 2.5
Real	Blanco	Cónica	2.2 - 2.8
Kncolla	Blanco	Cónica	1.2 - 1.9
Blanca de July	Blanco	Cónica	1.2 - 1.6
Koitu	Marrón ceniciento	Esferoidal	1.8 - 2.0
Misa Jupa	Blanco-Rojo	Cónica	1.4 - 1.8
Amarilla Maranganí	Amarillo anaranjado	Cónica	2.0 - 2.8
Tunkahuan	Blanco	Redondo aplanado	1.7 - 2.1
Ingapirca	Blanco opaco	Esférico	1.7 - 1.9
Imbaya	Blanco opaco	Esférico	1.8 - 2.0
Cochasqui	Blanco opaco	Esférico	1.8 - 1.9
Witulla	Morado	Lenticular	1.7 - 1.9
Negra de Oruro	Negro	Redonda	2.1 - 2.8
Katamari	Plomo	Esferoidal	1.8 - 2.0
Roja Coporaque	Púrpura	Cónica	1.9 - 2.1
Oledo	Blanco	Cónica	2.2 - 2.8
Pandela	Blanco	Cónica	2.2 - 2.8
Chullpi	Cristalino	Esférica aplanado	1.2 - 1.8
Blanca de Junín	Blanco	Esférica aplanado	1.2 - 2.5

Fuente: Mujica (1996)

### 2.2.5. GRANOS DE QUINUA

La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana. Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (1996).

Al respecto Risi (1991) indica que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche se presenta en el Cuadro 4.

**Cuadro 4: Composición del Valor Nutritivo de la Quinua en Materia Seca en Comparación con Alimentos Básicos (%) en 100g de muestra.**

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vacuna	Leche Humana
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20	-	3.50	3.50
Hidratos de carbono	71.00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías (cal)	350	431	200	24	60	80

Fuente: Risi (1991)

Otros investigadores (Przybylski *et al.*, 1994) encontraron que el ácido linoleico era el principal ácido graso (56%) en la quinua, seguido por el ácido oleico (21,1%), el ácido palmítico (9,6%) y el ácido linolénico (6,7%). Según estos autores, el 11,5% de los ácidos grasos totales de la quinua son saturados.

La FAO/OMS/UNU (1985) ha señalado que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la

establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón. Tradicionalmente, se utilizaba como patrón de aminoácidos las proteínas de la leche o del huevo.

Actualmente el patrón de aminoácidos recomendado para evaluar la calidad biológica de las proteínas para todas las edades, excepto los menores de un año, se basa en los requerimientos de aminoácidos del preescolar. En el Cuadro 5 se muestra el contenido de aminoácidos esenciales lisina, metionina, treonina y triptófano en granos andinos como la quinua, qañiwa, amaranto y en trigo, mientras que en el Cuadro 6 se observan los contenidos de aminoácidos de la quinua en comparación con otros alimentos.

**Cuadro 5: Contenido de lisina, metionina, treonina y triptófano en granos andinos y en trigo (mg de aminoácidos/g de proteínas).**

Aminoácidos	Quinua (a)	Qañiwa (a)	Amaranto (a)	Trigo (b)
Lisina	68	59	67	29
Metionina	21	16	23	15
Treonina	45	47	51	29
Triptófano	13	8	11	11

Fuente:

(a) Collazos *et al.*, 1975. Valores promedios de las variedades de la tabla de composición de alimentos peruanos.

(b) FAO, 1985. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.

Entre el 16 y el 20% del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas todos los aminoácidos, incluidos los esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación. Los valores del contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quinua cubren los requerimientos de aminoácidos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos (FAO/OMS/UNU, 1985).

**Cuadro 6: Comparación de los aminoácidos de la quinua con otros alimentos.**

Aminoácido	Quinua	Arroz	Maíz	Trigo	Fríjol	Carne	Pescado	Leche	Patrón FAO
	g aminoácidos/ 100 g de proteína								
Arginina	6.8	6.9	4.2	4.5	6.2	6.4	5.1	3.7	5.0
Fenilalanina	4	5	4.7	4.8	5.4	4.1	3.7	1.4	6.0
Histidina	2.8	2.1	2.6	2	3.1	3.5		2.7	3.0
Isoleucina	7.1	4.1	4	4.2	4.5	5.2	5.1	10	4.0
Leucina	6.8	8.2	12.5	6.8	8.1	8.2	7.5	6.5	7.0
Lisina	7.4	3.8	2.9	2.6	7	8.7	8.8	7.9	5.5
Metionina	2.2	2.2	2	1.4	1.2	2.5	2.9	2.5	3.5
Treonina	4.5	3.8	3.8	2.8	3.9	4.4	4.3	4.7	4.0
Triptofano	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1	1.4	1.0
Valina	3.4	6.1	6.1	4.4	5	5.5	5	7	5.0

Fuente: Tapia (1981) y ERPE, INIAP, IICA, GTZ (2001)

### 2.2.6. HOJAS DE QUINUA

Las hojas de quinua son de forma variada, sus bordes son dentados pudiendo ser pronunciados o leves según las variedades. La coloración de éstas varía de verde claro a verde oscuro, las que a su vez van transformando en amarillas, rojas o púrpuras según su estado de maduración (Rivera, 1995).

La época oportuna para la utilización de las hojas de quinua en la alimentación humana es poco antes del inicio de la floración, que puede ocurrir entre los 60 y 80 días después de la germinación es decir, antes de la floración, en este período o después de él se vuelve muy dura y lignificada. El consumo de la hoja de quinua es conocido en la región andina del Perú y Bolivia y su utilización reemplazaría el de las hojas de espinaca, especie a la cual es muy afín botánicamente (Morón, 1999).

En muchas zonas del área andina se utilizan las hojas tiernas previas a la floración como hortaliza en la alimentación humana, por su alto valor nutritivo ya que contiene vitaminas, minerales y proteínas de calidad, recibiendo el nombre de llipcha en quechua y Chiwa en aymara, encontrando alto contenido de proteínas (3.3% en promedio), siendo la variedad blanca amarga la de mayor contenido (4.17 %) y Sajama la de menor contenido (2.79%), (Cornejo, 1976).

El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas) (Gallardo *et al.*, 1996).

En contenido nutricional de la hoja de quinua se compara a la espinaca. Los nutrientes concentrados de las hojas tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son considerados elementos perjudiciales en la nutrición. En el Cuadro 7 se observa la comparación en contenido de proteína y lípidos de la hoja de quinua fresca con otras hortalizas, mientras que en el Cuadro 8 se encuentra el análisis químico de algunas hojas tiernas en algunas variedades de quinua.

**Cuadro 7: Comparación en contenido de proteína y lípidos de la hoja de quinua fresca con otras hortalizas.**

Especie	Proteína %	Lípidos %
Hoja de Quinua	3.3	2.1
Alcachofa	3.0	0.2
Cebolla	1.4	0.2
Berro	1.7	0.5
Espinaca	2.2	0.3

Fuente: Tapia (1997)

**Cuadro 8: Análisis químico de hojas tiernas de seis variedades de quinua**

Variedad	Materia Seca %	Cenizas totales %	Proteína g% en Materia Seca
Sajama	12.7	27.1	21.9
Real de Bolivia	16.4	21.9	17.3
Blanca real	15.1	24.2	23.7
Blanca amarga	18.2	19.7	22.9
Cheweca	15.1	20.7	20.2
Tupiza	16.3	21.7	20.3

Fuente: Cornejo (1976)

Spilari *et al.*, (1989) al evaluar las hojas de quinua reportan que, las hojas en estado cocido tienen un comportamiento similar a las hojas crudas en cuanto a contenido de proteínas, cenizas, carbohidratos, calcio y fósforo. El contenido celular mostraron patrones totalmente inversos al del material en estado crudo y los carotenos disminuyeron de manera sensible en el producto cocido, posiblemente por ser fácilmente destruidos por el calor.

Las hojas y plántulas tiernas se emplean como reemplazo de las hortalizas de hoja (acelga, espinaca, col, etc.), hasta la fase fenológica de inicio de panojamiento (hojas) y plántula hasta la fase de ramificación; con ellas se prepara: ensalada especial de quinua, ensalada mixta, ensalada de papas con hojas de quinua, ensalada jardinera de quinua, ají de hojas

tiernas de quinua, sopa de hojas de quinua (Muñoz *et al.*, 1990), sopa de llipcha de quinua, torreja de hojas de quinua (Ortega, 1992).

Los estudios demuestran que la hoja de quinua es un gran alimento como verdura. El contenido de proteína es superior al de algunas hortalizas de uso diario. Se consume en muchas localidades de Perú, Bolivia y algunas de Ecuador, tanto frescas en ensaladas, como cocida en sopas o locros, es muy suave y agradable. Existe la creencia de que también es amarga y esto limita su consumo. Pero es necesario aclarar que la saponina sólo se localiza en el grano y no en el resto de la planta, por lo tanto, la hoja no es amarga (Nelson, 1968). Se requieren mayores estudios sobre las hojas, a fin de establecer tanto la calidad de su proteína, como la biodisponibilidad del calcio, fósforo y hierro, así como de los  $\beta$ -carotenos.

### **2.2.6.1. ACTIVIDADES ANTIOXIDANTES Y ANTICANCERÍGENAS DE LAS HOJAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*, Willd) - ESTUDIO *IN VITRO*.**

El potencial nutracéutico de hojas de quinua fue evaluado mediante un análisis fenólico, para explicar las propiedades que estas podían tener en contra de las células del cáncer además de realizar la estimación de la actividad antioxidante, bioaccesibilidad y la biodisponibilidad *in vitro* (Gawlik et al., 2014).

En las hojas de quinua se observaron cantidades considerables de ferúlico, sinapínico, ácidos gálico, kaempferol e isorhamnetin las cuales estaban vinculados con su efecto inhibitorio sobre la proliferación de células de cáncer de próstata, la motilidad y competencia celular. Se utilizó un efecto inhibitorio sobre la actividad de lipoxigenasa, en paralelo con su considerable poder quelante, antioxidante, antirradical y reducción de la potencia (Gawlik et al., 2014).

Estas observaciones indican que los compuestos fenólicos de las hojas de quinua pueden ejercer un efecto quimiopreventivo y anticancerígeno en el estrés oxidativo dependientes de señalización intracelular a través de efectos sinérgicos. La alta bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los compuestos probablemente responsables de estos efectos demuestra la idoneidad de las hojas de quinua para la suplementación dietética (Gawlik et al., 2014).





**Figura 3: Hojas de quinua.**

### 2.2.7. GERMINACION

El germen, activado durante el remojo, se desarrolla lo largo de esta etapa, generándose importantes modificaciones bioquímicas en el interior del grano. Para ello, el embrión orquestará la liberación y activación de una gran cantidad de enzimas que conferirán finalmente a la malta una parte importante de su riqueza (Malteurop, 2008).

La germinación está marcada por cuatro fases: 1) Absorción del agua por el embrión, 2) Activación de enzimas, 3) Desarrollo de tejidos embrionarios y 4) Ruptura de la pared del embrión por el germen. Dentro de las principales enzimas que se van a formar y activar están las: amilasas, hemicelulasas y proteolíticas (Román, R. 2000).

El grano seleccionado y limpio es sumergido en agua hasta alcanzar la humedad deseada, esta etapa se denomina remojo. El grano de cereal húmedo se germina bajo condiciones controladas. Al final de la etapa de germinación, cuando los cambios físicos y químicos han llegado hasta cierto nivel en el grano, es procesado al secado mediante una corriente de aire caliente (Hough, 1971).

Cuando la semilla entra en contacto con el agua y el oxígeno, el embrión activa la formación de ácido giberélico, fito-hormona que a su vez activa la producción de  $\alpha$ -amilasa. Las amilasas  $\alpha$  y  $\beta$  producen azúcares para que el embrión se alimente. Durante el malteo se presenta también una intensa actividad enzimática sobre la pared celular: las proteasas transforman proteínas insolubles en aminoácidos solubles y las  $\beta$ -glucanasas liberan glucosa;

por ello el grano, que inicialmente es duro, se vuelve suave y harinoso (Mujica, 1983).

El objetivo de la germinación es lograr el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteínas y grasas mediante enzimas y obtener de esta manera un alimento más digerible. Estas enzimas requeridas son aportadas por harina de granos malteados; granos que durante su germinación, activan y forman un complejo enzimático que puede ser conservado con un proceso adecuado de secado antes de la molienda (Álvarez, 2012).

Según Othón (1996), mencionado por Álvarez (2012), las giberelinas son segregadas por el embrión, produciendo enzimas que desdoblan al almidón, la proteína y la fibra. Las primeras enzimas activadas en el proceso de malteo son las lipasas que atacan a los lípidos, hidrolizando a los triglicéridos en ácidos grasos como el linoleico, oleico y palmítico.

Luego son atacadas las proteínas con las proteasas, desdoblándolas en polipéptidos, péptidos y nitrógeno soluble. Posteriormente en el endospermo, los componentes de las paredes celulares son degradados por las celulasas actuando sobre la celulosa y las pentosanasa sobre las pentosanas (pentosas, L-arabinosa, D-xilosa y otras) perdiendo así el grano rigidez. Finalmente ocurre la hidrólisis del almidón, en esta etapa existen 3 sistemas enzimáticos responsables de degradar el almidón:

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

Para Álvarez (2012) los cambios que ocurren se pueden resumir de la siguiente forma:

- Cambios morfológicos: El crecimiento de raicillas y tallos es continuo durante el remojo y la germinación. El crecimiento embrionario se inicia durante el remojo, pero como las reservas de nutrientes están limitadas, se movilizan entonces las del endospermo que son abundantes, lo que se logra a través de enzimas que degradan las proteínas, el almidón y las paredes celulares.
- Cambios histológicos: Desaparición de la pared celular del endospermo por efecto de las enzimas y ablandamiento del grano.
- Cambios metabólicos: Degradación de proteínas y almidón hasta compuestos más simples y solubles.
- Formación y liberación de enzimas, de las que dependen directa o indirectamente todos los otros cambios.



**Figura 4: Quinoa germinada**

Según Silerio y Gómez (2003), los germinados son la máxima manifestación de lo vivo gracias a su fuerza de crecimiento; precisamente contienen hormonas de crecimiento además de proteínas de gran valor biológico. Sus efectos desintoxicantes y reconstituyentes ayudan a que nuestro cuerpo se mantenga sano. Son uno de los alimentos más ricos en enzimas, vitaminas, minerales y oligoelementos, presentados además en una combinación fácilmente asimilable. Los granos malteados ofrecen una alternativa interesante para aumentar el contenido de energía y también de nutrientes en los alimentos destinados a la alimentación infantil.

## **2.3. ARVEJA**

### **2.3.1. ORIGEN DE LA ARVEJA**

La arveja o alverja, también conocida como guisante, es una planta herbácea y trepadora que forma parte de la familia de las leguminosas y es considerada como uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre debido al hallazgo de restos fosilizados de esta legumbre en Asia Central, que darían cuenta de su consumo por el ser humano desde hace aproximadamente 11,750 años. Desde allí se habría difundido a todas las regiones templadas y frías del mundo, incluyendo América, durante el periodo colonial, cuando los españoles trajeron este cultivo. Desde entonces, la planta de arveja, al igual que las habas, ha logrado adaptarse muy bien a las condiciones ambientales y climáticas del Perú. Su cultivo se realiza bajo riego en la costa, generalmente en invierno, durante los meses de mayo a setiembre. En la sierra, habitualmente se produce en secano, hasta una altura de 3700 m.s.n.m., durante los meses de setiembre a enero (SERPAR, 2005).

Como es pariente de las habas, el cultivo de arveja cuenta con numerosas características similares. Por ejemplo, la arveja, al igual que las habas, también tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en la tierra hasta cerca de 85 kg por hectárea al año, mejorando con ello la fertilidad de los suelos. Por esta característica, también es utilizada como cultivo de rotación, alternándose con otros cultivos como la papa y el maíz. La arveja se puede cultivar hasta dos veces al año. Sus frutos son unas vainas alargadas de forma oval que crecen hasta alcanzar los 12 cm de largo, en cuyo interior pueden crecer hasta 12 semillas o legumbres comestibles también conocidas como arvejas o guisantes, las cuales son de forma esférica y crecen encerradas, y en fila, dentro de las vainas (SERPAR, 2005).

### 2.3.2. PRODUCCION DE ARVEJA EN EL PERU

La arveja (*Pisum sativum L.*), es una leguminosa herbácea anual que vegeta normalmente en climas templados, templado frío y húmedo. Como planta cultivada es muy antigua. Su empleo en la alimentación humana se remonta a 6000 - 7000 años antes de Cristo. La arveja es oriunda del Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo. El cultivo de la arveja abarca alrededor de 8 millones de hectáreas y ostenta el tercer lugar dentro de la superficie destinada a las legumbres secas en el mundo, luego de la caraota y el garbanzo. Rusia es el primer país productor, le siguen China, India, Estados Unidos y Canadá (REDESA, 2007).

En los últimos años, mundialmente se ha renovado el interés en el uso de la arveja (*Pisum sativum*) en productos con valor agregado. Dicha legumbre resulta interesante desde el punto de vista nutricional por su contenido de proteínas, hidratos de carbono complejos, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes (Urbano *et al.*, 2004).

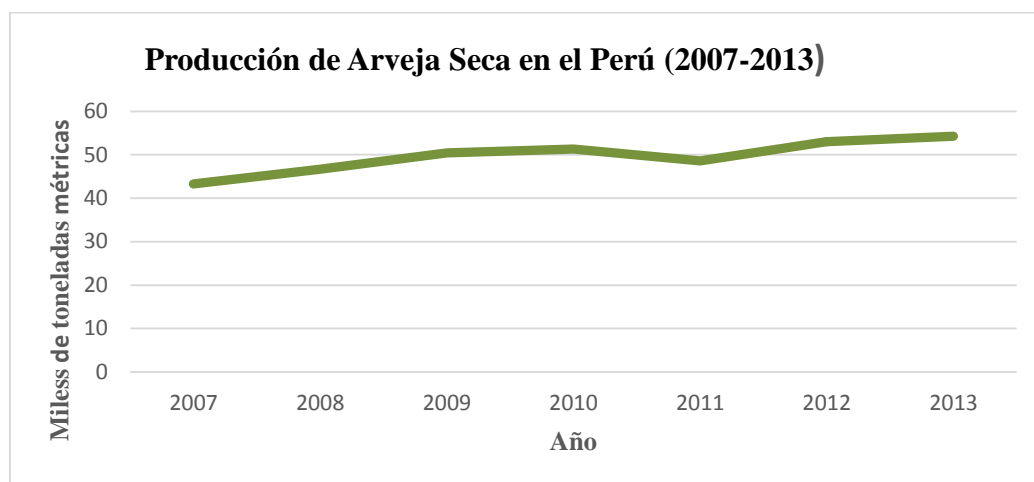
La arveja se produce en forma extensiva con destino a la industria como grano seco para la elaboración, principalmente, de sopas y harinas. También para producto en conserva previamente hidratado, siendo EE.UU. y la UE los mercados más importantes. También es un importante componente en los concentrados para la alimentación animal, especialmente de aves y cerdos (Infoagro, 2012). La producción de arveja seca en el Perú ha ido incrementando paulatinamente. En el Cuadro 9 se observa la producción en miles de toneladas métricas desde el año 2007 hasta el año 2013.

**Cuadro 9: Producción de arveja seca en el Perú (2007-2013)**

Año	Producción (Miles de toneladas métricas)
2007	43.3
2008	46.7
2009	50.4
2010	51.3
2011	48.6
2012	53
2013	54.3

Fuente: INEI (2014)

En la Figura 5 se observa un gráfico basado en los datos del Cuadro 9, el cual con mayor facilidad puede mostrar la caída de la producción en el año 2011 y el incremento que tuvo en el año 2012.



**Figura 5: Producción de arveja en el Perú (2007-2013)**

Fuente: INEI (2014)

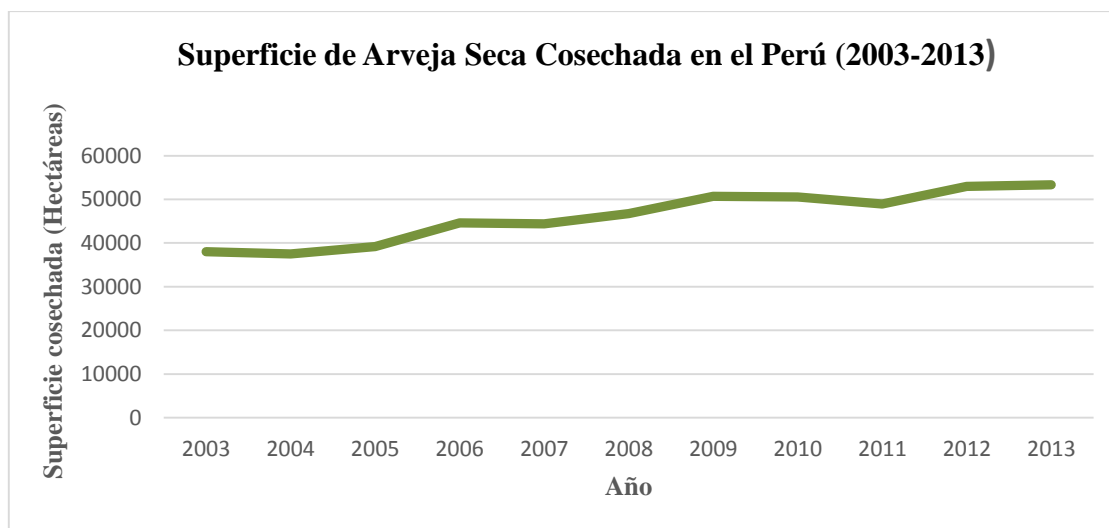
La superficie de arveja seca cosechada en el Perú ha incrementado notablemente, los datos estadísticos del INEI (2014) muestran en el Cuadro 10, las hectáreas cosechadas desde el año 2003 hasta el 2012.

**Cuadro 10: Superficie de arveja seca cosechada en el Perú (2003-2013)**

Año	Superficie Cosechada (Hectáreas)
2003	38016
2004	37481
2005	39165
2006	44587
2007	44375
2008	46774
2009	50667
2010	50582
2011	48947
2012	52950
2013	53309

Fuente: INEI (2014)

La Figura 6 muestra gráficamente la superficie de arvejas seca cosechada en el Perú desde el año 2003 hasta el 2013.



**Figura 6: Superficie de arveja seca cosechada en el Perú (2003-2013)**

Fuente: INEI (2014)

### 2.3.3. DENOMINACION TAXONOMICA DE LA ARVEJA

La arveja (*Pisum sativum L.*) es una planta herbácea de la familia de las leguminosas, oriunda del viejo continente conocida y cultivada desde hace muchos años, sus granos tanto en tierno como en seco son utilizados en múltiples formas y fines como en vaina, enlatado, congelado, grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado, abono verde, etc. (Vaca, 2011).

Reino:	Vegetales
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosas
Subfamilia:	Papilionoides
Tribu:	<i>Viciae</i>
Género:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>sativum L.</i>
Nombre científico:	<i>Pisum sativum L.</i>



#### 2.3.4. CONTENIDO NUTRICIONAL

La arveja (*Pisum sativum L.*) es una planta diploide que se ha extendido por todo el mundo debido a la gran diversidad genética existente en la especie, lo que ha permitido el desarrollo de esta leguminosa en diferentes regiones y climas alrededor del mundo. Originaria de una vasta área que comprende Asia central, el cercano Oriente, Etiopía y el Mediterráneo, la arveja es una de las 15 principales leguminosas que sirven como alimento ya sea en fresco, grano seco o en productos elaborados como harinas (Bolaños, 2001).

La semilla de arveja, a diferencia de los cereales, no contiene albumen o tejido especializado en la acumulación de reservas. El almidón, que representa el 50% del peso del grano (Grosjean *et al.*, 1998), se almacena en las células del embrión en gránulos ovalados, con un 70% de amilopectina, como las gramíneas (Hickling, 2003). Las arvejas tienen un bajo contenido de polisacáridos no amiláceos con menos de 1% de lignina, observándose niveles apreciables de galactanos (Castell *et al.*, 1996).

La arveja es conocida por tener alta calidad de proteínas y un alto promedio de proteína cruda (22,6 % sobre una base del 90 % de materia seca). Como en otros forrajes, en las arvejas también existe un considerable rango en su concentración de proteínas los niveles de proteína encontrados en la misma están principalmente influenciados por efectos agronómicos y del medioambiente, y en menor grado por las diferencias entre variedades o cultivares. Las arvejas son apreciadas por su alta calidad de proteína y su contenido de lisina. Su alta energía digestible, es similar a la del trigo (Kirk, 1988).

La arveja forrajera tiene un promedio proteico del 23% (en estado natural), es altamente digerible y tiene un excelente equilibrio de aminoácidos. Posee además niveles particularmente altos de lisina. Como ocurre con la mayor parte de los cultivos, los factores ambientales afectan el contenido proteico. Cuando la planta se ha desarrollado bajo un clima seco y caluroso, el contenido proteico tiende a aumentar. La desviación standard de la proteína es bastante alta (2,2%) (Fonnesbeck *et al.*, 1984).

La digestibilidad de la proteína de la arveja es ligeramente inferior a la de la harina de soja, presentando variaciones entre variedades y entre cosechas de la misma variedad (Bourdon y Perez, 1982; Crevieu-Gabriel, 1999).

La arveja es uno de los productos comestibles más utilizados en el mundo debido a sus características nutritivas ya que es una fuente excelente de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales; también es buen alimento para la salud debido a su contenido bajo de sodio y alto contenido de fibra dietética. En el Cuadro 11 se muestra la composición química proximal característica de la arveja, del cual destaca la información del 23% de proteína cruda, lo cual hace a esta leguminosa una de las más destacadas.

**Cuadro 11: Composición química característica de la arveja**

Elemento	Promedio
Humedad (%)	10.0
Proteína cruda (N x 6,25) (%)	23.0
Aceite (%)	1.4
Almidón (%)	46.0
Ceniza (%)	3.3
Fibra cruda (%)	5.5
Ácido fítico (%)	1.2

Fuente: Igbasan *et al.* (1997).

El contenido de polisacáridos no almidonosos en distintas variedades de arveja forrajera canadiense. El promedio fue de 12,5% aproximadamente y estuvo compuesto predominantemente por glucosa, ácidos urónicos, arabinosa, xilosa y galactosa (Igbasan *et al.*, 1997)

## **2.4. SOPA DESHIDRATADA**

### **2.4.1. CONCEPTO**

Las sopa deshidratadas, son productos alimenticios de composición especial, los cuales requieren un corto periodo de reconstitución con agua caliente o hirviendo antes de su consumo. En general las sopas fabricadas comparadas con las elaboradas en casa, no requieren de un trabajo previo por lo tanto permite un gran ahorro de tiempo (Binsted y Devey, 1970).

Según la NTP, 1974 señala que las sopas deshidratadas es un producto deshidratado, elaborado principalmente con materia prima animal y/o vegetal, el cual esta reconstituido de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Puede contener carne o extracto de carne, grasa, vegetales y/o extractos, fideos, sal, glutamatos, especias, condimentos y colorantes naturales permitidos.

Es relevante destacar que las sopas o cremas en polvo pertenecen a la gama de harinas deshidratadas, más representativa y reconocida en el mercado como alimentos instantáneos que solo requieren la adición de agua y calentamiento corto para su preparación (Pacheco, 2001).

En cuanto a la composición nutricional Romeo *et al.*, (1983) refieren que las sopas deshidratadas deben tener por lo menos 0,8% de nitrógeno total, deberán contener por litro no más de 17 g de cloruro de sodio, ni suministrar más de 180 calorías.

#### **2.4.2. MEZCLAS DESHIDRATADAS ELABORADAS A PARTIR DE VEGETALES**

Para elevar la calidad de la proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales, esto se mejora efectuando mezclas de cereales y leguminosas (FAO/OMS/UNU, 1985). En el pasado, los nutriólogos consideraban que las proteínas incompletas tenían que consumirse al mismo tiempo para ser complementarias. Actualmente se acepta que las proteínas complementarias de los alimentos consumidas a lo largo del día, en combinación con las reservas corporales de aminoácidos, generalmente aseguran un balance de aminoácidos adecuado.

Según la FAO (1992), a partir de semillas oleaginosas y leguminosas que contienen cantidades significativas de proteína, y son ricas en lisina pero deficientes en aminoácidos azufrados, combinándolas adecuadamente con cereales, que tienen bajo nivel de proteína y son deficientes en lisina, se han obtenido alimentos de buena calidad proteica. De esta manera se han producido mezclas como Incaparina (algodón/maíz) y Pronutro (soya/maíz/maní/germen de trigo), entre otras.

El término suplementación o enriquecimiento de los alimentos, se aplica a las diferentes formas usadas para elevar su aporte nutricional. Aunque lo anterior es aplicable para cualquier nutriente, se usa principalmente para incrementar la cantidad y calidad de las proteínas por ser el nutriente que está relacionado con problemas de salud, en particular en los grupos vulnerables: preescolares, embarazadas y mujeres que amamantan, que son los de mayores demandas de nutrimentos (Desrosier, 1990).

Las organizaciones encargadas de vigilar la alimentación, dan recomendaciones y procedimientos para evitar la desnutrición en los grupos mencionados, han propuesto varios métodos para incrementar la calidad proteínica de los alimentos como son:

1. Mejoramiento genético para elevar la concentración de los aminoácidos limitantes. Este es el más adecuado porque no se modifican las características básicas de los granos; sin embargo esta solución es a largo plazo.

2. Adición de los aminoácidos limitantes. Este procedimiento aún es costoso, aunque ya se obtienen algunos aminoácidos en cantidades industriales como metionina y lisina. Otros siguen estando poco disponibles, como el triptófano.
3. Adición de concentrados proteínicos a los alimentos comunes, principalmente las tortas residuales de la extracción de aceite. Este procedimiento es más complicado porque puede alterar las características sensoriales del alimento. Su ventaja es que además de mejorar la calidad, aumenta el contenido de proteínas.
4. Elaboración de mezclas de dos o más alimentos baratos con baja calidad proteínica pero que al mezclarse den lugar a una composición de aminoácidos más balanceados y una mayor calidad proteínica.

La condición para que se realice la suplementación es que cada uno de los alimentos contengan el o los aminoácidos deficientes en el otro alimento (Ramos, 1987). Las leguminosas reúnen cualidades para suplementar o proporcionar los aminoácidos escasos en los cereales y a su vez, los cereales aportan los aminoácidos azufrados deficientes en las leguminosas.

**Cuadro 12: Combinaciones Excelentes de proteínas alimentarias**

COMBINACIONES EXCELENTES	EJEMPLOS
Granos – Leguminosas	Arroz/frijoles, sopa de chícharos / tostada, lenteja/arroz
Granos – Lácteos	Pasta/queso, budín de arroz, emparedado de queso
Leguminosas – Semillas	Garbanzo/semillas de sésamo como aliño, falafel o sopa
* Otras combinaciones, lácteos/semillas, lácteos/legumbres, granos/semillas, son menos eficaces en virtud de que las calificaciones químicas son similares y no se complementan eficazmente	

Fuente: Young *et al.* (1994).

#### **2.4.2.1. CRITERIOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MEZCLA PROTEICA**

Según Vivas (1979), existen diversos criterios técnicos que deben tomarse en cuenta al tratar de desarrollar productos balanceados para consumo masivo, dentro de los cuales se pueden citar como más importantes los siguientes:

1. Que sea altamente nutritivo, que proporcione una cantidad adecuada de calorías y proteínas, una buena distribución de las calorías y que las proteínas sean de alto valor biológico.
2. Que los carbohidratos, grasas y proteínas tengan una alta digestibilidad para evitar trastornos digestivos.
3. Que las materias primas sean producidas ó susceptibles de ser producidas en el País.
4. Que el producto se adapte muy bien a los hábitos alimentarios existentes.
5. Que tenga larga vida y no sea afectado por condiciones severas de clima y que preferiblemente no requiera refrigeración.
6. Que sea de fácil manejo y no requiera preparación adicional.
7. Que sus costos sean aceptablemente bajos, incluyendo los de materia prima, procesamiento y comercialización.
8. Que su producción industrial presente cierto atractivo para los inversionistas potenciales (públicos o privados).

Cuando se realiza con los alimentos adecuados puede obtenerse un producto de mayor calidad proteínica. La concentración de proteínas en los cereales es alrededor de 10% y en casi todas las leguminosas es aproximadamente de 20%, la proporción en peso óptima de cereal: leguminosa es de 2:1 que corresponde a 50:50 en proteínas de cada componente (Desrosier, 1990).

Por otro lado Kamishikiriyo (1983), reporta 3 métodos para formular mezclas:

1. Mezclando los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales y en base al patrón de referencia propuesta por la FAO.
2. Enriqueciendo o fortificando alimentos deficientes, mediante la adición de vitaminas, minerales y aminoácidos de tal forma que puedan cubrir dichas deficiencias.

3. Buscando a través de pruebas biológicas el punto de complementación óptima, entre los aminoácidos de proteínas de varias fuentes, es decir el organismo animal identifica la combinación óptima en términos de calidad proteica

Cuando se elabora una mezcla, se realizan estudios biológicos con animales de experimentación para evaluar la calidad proteínica. La evaluación final se lleva a cabo con seres humanos, para conocer el valor biológico de la mezcla, es decir, que tanto se aprovecha de la proteína que contiene (Ramos, 1987).

### **2.4.3. PROCESO DE COCCIÓN**

Al respecto, Belitz y Grosch (1988) mencionan que la cocción de cereales presenta características reoplásticas, por que la amilopectina absorbe mucha agua y es, en gran parte responsable de la hinchazón de los gránulos de almidón. Los cereales disolvieron los gránulos de almidón a 95°C, provocando a mayor cocción el estallido de los gránulos y la disminución de la viscosidad. Los cereales fueron cocinados para aumentar su digestibilidad y palatabilidad. La cocción aumentó la palatabilidad de los cereales por su efecto sobre el principal componente, el almidón.

La gelatinización del almidón es un fenómeno físico, que consiste en la absorción de agua con ayuda de calor. El almidón es soluble en agua caliente, produciendo un gel de almidón, el cual está relacionado con el rango de gelatinización, en función de la temperatura y la viscosidad; así, a mayor viscosidad, entre 55 hasta 85°C, mayor es el grado de gelatinización (Charley ,1995).

## **2.5. INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE SOPA DESHIDRATADA**

### **2.5.1. HARINA DE ARVEJA**

La harina de arveja (*Pisum sativum L.*) es una fuente proteica de relativo bajo costo y escasamente utilizada en la elaboración de productos de consumo masivo. Las arvejas están dentro de las legumbres más poderosas en cuanto a contenido nutricional se refiere. Su importancia como alimento básico data desde hace casi 10,000 años atrás, cuando la proteína y energía en las arvejas eran esenciales en el desarrollo de las civilizaciones. Incluso en estos tiempos, la proteína de alta calidad, la fibra dietética natural y el almidón resistente en las arvejas es difícil de igualar (Lentil Council, 2013).

En los últimos años, mundialmente se ha renovado el interés en el uso de la arveja (*Pisum sativum*) en productos con valor agregado. Dicha legumbre resulta interesante desde el punto de vista nutricional por su contenido de proteínas, hidratos de carbono complejos, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes (Urbano *et al.*, 2004). La harina de arveja es una fuente relativamente barata de proteínas y es fácil de producir (Hannigan, 1979) siendo además un producto que no está muy explotado en el mercado (Ali-Khan, 1993).

La arveja es una de las hortalizas que contiene mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, por lo que se destaca como una fuente importante de sacarosa y aminoácidos. Además, es un alimento con un contenido significativo de minerales (fósforo y hierro) y de vitaminas, especialmente B1. Como todas las leguminosas, es una importante fuente de fibra soluble e insoluble (Alasino *et al.*, 1998).

La arveja tiene un alto contenido de proteínas y ha sido sugerida como una fuente alternativa de proteínas, sobre todo en circunstancias donde la soja no se puede usar por intolerancias o reacciones alérgicas (Urbano *et al.*, 2004). Por otro lado, las legumbres son deficientes en metionina, al contrario de los cereales. Estas carencias se pueden superar realizando mezclas apropiadas con productos de legumbres, a fin de aumentar la calidad proteica de los productos.



### **2.5.2. AJO DESHIDRATADO EN POLVO**

El ajo posee sabor típico, particularmente acre, y un aroma sulfuroso penetrante, relacionado con el contenido en alicina, a partir del cual se originan, durante la extracción y por la actividad de determinados fermentos, aceites azufrados, compuestos en un 60% de sulfuro de dialilo. Generalmente se comercializa en forma deshidratada y en extracto (Gerhardt, 1975; citado por Multon, 1988).

Diversas especies del género *Allium*, al que pertenece el ajo, han sido cultivadas por miles de años por sus propiedades terapéuticas, profilácticas, su significancia religiosa, su sabor y aroma. Esta hortaliza es un condimento natural por excelencia y forma parte de los hábitos alimentarios y terapéuticos de muchas culturas (Lancaster y Boland, 1990).

El ajo en polvo, posee distintos componentes entre los que se destacan los carbohidratos, como la fructosa, compuestos azufrados, proteínas, fibras y aminoácidos libres. Tiene altos niveles de fósforo, potasio, azufre, zinc, moderados niveles de selenio y vitaminas A y C y bajos niveles de calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y vitaminas del complejo B. Asimismo, posee un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles. Todos ellos son solubles en agua, excepto una pequeña cantidad que es liposoluble (Rahman, 2003).

### **2.5.3. CEBOLLA DESHIDRATADA EN POLVO**

La cebolla pertenece al género *Allium*, el más importante de la familia de las Liliáceas. Las raíces se producen en la base del tallo, son fasciculadas y poco abundantes; verticalmente miden hasta 30-45 cm y horizontalmente unos 30 cm. Cada hoja tiene una base larga y carnosa, que se une estrechamente con la base de las demás hojas, formando un seudotallo, envuelto por láminas finas o túnicas, y el exterior es seco. Las hojas son tubulares de 25-35 cm de largo y 5-7 mm de diámetro. El tallo verdadero es un disco comprimido, de donde parten las raíces y la base de las hojas. El tallo floral es hueco y cilíndrico, parecido a las hojas, termina en una umbela de pedicelos cortos y forma ovalada. Cada umbela tiene de 350 a 400 flores hermafroditas muy pequeñas que producen cada una seis semillas pequeñas, planas negras (Infoagro, 2012).

Las cebollas son consumidas principalmente para darle sabor a las comidas; el cual está dado por compuestos azufrados volátiles y no volátiles y en menor medida por azúcares solubles (Randle, 1992). La pungencia en cebolla se desarrolla cuando compuestos azufrados conocidos como precursores de sabor, luego de cortado el bulbo y cuando se disrumpen el tejido, reaccionan con una enzima llamada allinasa. Esta enzima convierte a los precursores de sabor en compuestos azufrados muy inestables, responsables del sabor y el efecto lacrimógeno de la cebolla (Lancaster y Boland, 1990).

Para deshidratar la cebolla, se pueden utilizar métodos de secado por aire o por aspersión. El exterior de la cebolla a deshidratar debe estar seco. El proceso, se inicia con el lavado, luego corte de los extremos, eliminación de las pieles por abrasión o por flameado, se rebanan en sentido vertical a su eje, las rebanadas deben tener un grosor de 5 mm. La deshidratación se inicia a una temperatura de 70°C y se debe bajar a 60°C. Las rodajas secas se separan y clasifican según el tamaño, las rebanadas pequeñas y quebradas se elaboran en polvo moliéndolas (FAO, 1992).

#### 2.5.4. PIMIENTA (*Piper Nigrum* L.)

La pimienta es la más importante de las especies cuyo comercio mundial alcanza 509 millones de dólares, con muchos países que la importan y muy pocos productores. La pimienta es una planta perenne, nativa de la India, país que en la actualidad es uno de los mayores productores de esta especia. En América Latina el principal productor es Brasil y el país que más importa es Estados Unidos (Alconero *et al.*, 1972).

La familia de la pimienta contiene más o menos doce géneros y mil cuatrocientas especies de hierbas, arbustos, guías y árboles nativos de las áreas tropicales y subtropicales del mundo. El género *Piper* incluye de 600 a 700 especies, muchas de las cuales tienen propiedades aromáticas. Los parientes de la pimienta negra con valor económico u ornamental son nuez – betel (*Piper betel* L.), cubeba (*P: cubeba* L. f.), kava (*P. methysticum* Forst.) y las peperonimias (*Peperomia spp.*). Los pimientos (chiles) rojo y verde de las hortalizas pertenecen al género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas (Mathew *et al.*, 1978).

La pimienta es la especia más empleada y la más apreciada para la condimentación. Su sabor picante se debe a la piperina, alcaloide más importante que la pimienta presenta en 98% chavicina, dipentenos, felandreno y clorofila (Schmidt, 1980; citado por Multon, 1988). El contenido en aceite esencial representa de 1 a 2.4% para la pimienta negra y de 1.2 a 3.6 para la blanca (Gerhardt, 1975; citado por Multon, 1988).

### 2.5.5. CURCUMA (*Curcuma Longa*)

La *Curcuma longa* L., de la familia de las Zingiberáceas, es una planta de origen asiático cuyo rizoma, de color naranja vivo bajo una fina película marrón clara, es usado comúnmente como una especia en la cultura asiática, donde está considerada como una planta mágica dadas sus características organolépticas y sus indudables propiedades terapéuticas y protectoras, sobre todo a nivel hepático y cutáneo (Srinivas *et al.*, 1992).

Antiguamente, los farmacéuticos de Asia y Europa la empleaban en virtud de la teoría de las «firmas»: como era amarilla parecía totalmente indicada para curar la ictericia y las fiebres biliares, teoría que ha sido confirmada por la moderna fitoterapia. El rizoma de cúrcuma ha sido objeto de muchas investigaciones en la India, se ha intentado encontrar sus principios activos con el fin de optimizar su actividad y de explicar su mecanismo de acción; se han preparado numerosos extractos, etanólicos, metanólicos y con distintos solventes para analizar sus actividades biológicas (Ammon y Wahl, 1991; Ammon *et al.* 1993 Srimal, 1997).

Entre los componentes del extracto están: carbohidratos (4.7-8.2%), aceites esenciales (2.4-4.0%), ácidos grasos (1.7-3.3%), curcuminoides (curcumina, demetoxicurcumina y bisdemetoxicurcumina), cuyo contenido aproximado es de un 2%, aunque puede rondar entre 2.5-5.0% del peso seco, y otros polipéptidos como la turmerina (0.1 % del extracto seco) (Srinivas *et al.*, 1992).

La cúrcuma tiene un sabor aromático semejante al jengibre y sabor ardiente ligeramente amargo. Es igualmente conocido como palillo en la mesa popular. Contiene varios sesquiterpenos como tumeron y el mismo zingibireno del jengibre. La cúrcuma es el colorante amarillo característico para esta especia, químicamente es el diferuloil-metano, derivado metánico del ácido 4-hidroxi-3-metoxicinámico. Además contiene como colorante los derivados monodesmetoxi y didesmetoxi-curcumina, aparte de sus isómeros ocurcuminoides (Schmidt, 1980; citado por Multon, 1988).

## **2.6. EVALUACION SENSORIAL DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. (Anzaldúa, 1994). La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material (American Society for Testing and Materials, 1980 citados por Esparza et al., 1988). No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts et al., 1992).

Los trabajos sobre el desarrollo de nuevos productos se realizan siguiendo una serie de etapas que es necesario cumplir metódicamente para asegurar un impacto positivo del nuevo producto al llegar al consumidor. Las industrias de alimentos están diversificando cada vez más los alimentos que produce, con el fin de satisfacer las expectativas del consumidor y cumplir con los objetivos formulados cuando fue diseñado (Witting *et al.*, 2000). La "calidad" de un producto alimenticio, es una noción en parte subjetiva, ya que el principal instrumento de evaluación es el consumidor. Pero como evaluar significa "asignar un valor", se han puesto a punto diferentes pruebas o índices cuantitativos, utilizados tanto para describir objetivamente la calidad como para permitir un nivel de calidad satisfactorio y constante (Cheftel y Cheftel, 1983).

## **2.7. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA**

El proceso digestivo es un conjunto de fenómenos cuyo objetivo es proporcionar nutrientes al animal, y está compuesto por el proceso de ingestión de alimento, la secreción de ácido clorhídrico y de enzimas en el tracto gastrointestinal, la hidrólisis de macromoléculas, la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho (Lizardo, 1997).

La combinación de los procesos de digestión y absorción es conocida como la digestibilidad de un nutriente (Low, 1976), y está íntimamente relacionada con el valor nutritivo de los alimentos.

La digestibilidad proteica de un alimento se define como la proporción de nitrógeno del mismo que es absorbida tras su digestión. La digestibilidad de las proteínas se mide a partir de balances de nitrógeno, ya que las proteínas se degradan en péptidos y aminoácidos libres durante la digestión en el hombre, este valor se encuentra en un intervalo de 95 a 97 % para el huevo, la leche y el queso; para la carne y las leguminosas entre un 94 y 78 % respectivamente y para el maíz es de 85 % , que disminuye a 70 % tras los procesos térmicos y de refinación que lleva durante su transformación a cereal de maíz (Fennema, 2000).

Es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Low, 1976).

FAO (1992) indicó que la digestibilidad de la proteína es la proporción de los granos ingeridos, en sus diferentes formas, y absorbido por el organismo. Tapia *et al.* (1997) estimaron que la digestibilidad de los granos andinos es en promedio de aproximadamente 80%.

La digestibilidad de los granos andinos y su calidad nutritiva (fortificados con vitaminas y minerales) se mejoró con la tecnología de extrusión, la misma que ya fue aprobada con éxito en la Universidad Nacional Agraria La Molina (Repo- Carrasco *et al.*, 1993) y por algunos agroindustriales de las ciudades de Juliaca, Puno y Lima.

## 2.8. DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

La digestibilidad *in vitro* de los alimentos o materias primas puede ser estudiada mediante análisis a nivel de laboratorio los cuales simulan el proceso de digestión. Estos métodos *in vitro* utilizados para obtener valores de digestibilidad deben tener la característica de ser menos costosos que los métodos *in vivo*, ser fáciles de desarrollar en un tiempo menor, con respuestas eficaces y con condiciones experimentales más exactas (Makkar, 2003).

Las digestiones *in vitro* por lo general no pueden simular en forma precisa los detalles de una digestión *in vivo*, por lo que cambios que se hagan en las condiciones de incubación *in vitro* pueden alterar las relaciones entre estos dos métodos, en particular para alimentos con composiciones desbalanceadas.

Los métodos convencionales *in vivo* utilizados para medir la digestibilidad de los alimentos e ingredientes que se emplean en la formulación de dietas para cerdos son muy costosos y requieren largos períodos de incubación. Por este motivo, se han probado métodos *in vitro* que poseen la ventaja de ser simples y rápidos. Además, permiten evaluar un gran número de muestras al mismo tiempo y a un menor costo (Boisen y Fernández 1995).

El uso de estas enzimas en su secuencia y medio natural es un requisito para las incubaciones *in vitro* (Savoie 1991). Esto puede ser posible mediante el empleo de fluidos intestinales aunque Dierick *et al.* (1985) demostraron que una solución de pancreatina puede reemplazar al fluido intestinal. Actualmente, hay enzimas que se utilizan en diferentes métodos de digestibilidad *in vitro*. Sin embargo, la mayoría son importadas por lo que su costo es alto y no siempre se encuentran disponibles.

Hsu *et al.* (1977) encontraron que el pH de una suspensión proteica, 10 minutos inmediatamente después de iniciada la digestión con una solución multienzimática (tripsina, quimotripsina y peptidasa intestinal), estaba altamente correlacionada ( $r = 0.90$ ) con la digestibilidad aparente *in vivo* en ratas. Basados en esto, estos investigadores desarrollaron un método *in vitro* asequible y rápido que permite determinar la digestibilidad de proteínas en una hora con una elevada sensibilidad, y se pueden detectar los efectos del procesamiento, como es el tratamiento con calor, y la presencia de inhibidores de proteasas, sobre la digestibilidad de la proteína.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se realizó de enero a diciembre del 2014 en las siguientes instalaciones:

- Laboratorios de Análisis Físicoquímico de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Planta Piloto de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria la Molina

#### **3.1. MATERIA PRIMA**

Se trabajó con Quinoa (*Chenopodium quinoa* wild) variedad Blanca de Hualhuas cosechada en 2014, proveniente del Callejón de Huaylas (Ancash, Perú). De esta quinoa se procesó la harina de germinado de quinoa y el polvo de hojas deshidratadas de quinoa

La harina de arveja (*Pisum sativum*) utilizada fue proveniente de Carhuaz (Ancash, Perú).

#### **3.2. MATERIALES**

- Bandejas
- Empaques (Opp Metal Film)
- Cocinilla Electrica
- Moldes de acero inoxidable
- Cucharas de acero inoxidable
- Cuchillos de acero
- Espátulas
- Beakers de 50, 100, 1000 y 2000 ml de capacidad
- Buretas de 50ml



- Fiolas de 50, 100 y 250 ml
- Frascos de vidrio de 1000ml
- Pipetas 1,5 y 10 ml
- Probetas de 100 y 500 ml
- Tubos de prueba
- Varillas

### 3.3. EQUIPOS

Equipos e instrumentos de laboratorio

- Equipo de micromalteo Barber-Colerman, el cual está compuesto de:

**Remojador:** Consta de un tanque donde se cambian las muestras y el agua. La temperatura del agua es controlada con un termistor y posee un sistema de agitación para mantener uniforme la temperatura del agua. El tanque debe ser llenado y vaciado una vez al día durante el remojo. El remojo tiene capacidad para 24 recipientes de 500 g de muestra.

**Germinador:** Con temperatura controlada por un termistor, y un relay de mercurio. El frío, es proporcionado por un compresor de 1.5 HP, que circula permanentemente el aire interno del equipo.

**Secador:** El equipo permite regular la temperatura de secado, a través de flujos de aire proporcionados por un ventilador. El proceso de secado puede programarse con un controlador Chronotol Barber-Cohnan, y un motor de 1 HP, controla el movimiento giratorio de las muestras durante el secado.

- Balanza electrónica marca OHAUS, tipo explorer, con capacidad máxima de 210 g y lectura de 4 decimales.
- Balanza Analítica marca Sauter modelo 404
- Estufa marca Memmert modelo Tv 50u
- Estufa, Thelco. Serie 15 y 5.
- pH-metro, Micronal 20
- Equipo Soxhlet Buchii
- Equipo Kjeldahl Buchii
- Camapanas desecadoras

- Mezcladora
- Balanza analítica, marca OHAUS, sensibilidad de 0,001
- Balanza digital; marca OHAUS, sensibilidad de 0,1
- Mallas No 80, 100 y 140
- Cocinilla eléctrica; marca Electric
- Equipo kjeldahl
- Estufa; marca: MLW; modelo: WSU 200; 0°C – 300°C
- Potenciómetro; marca Fisher
- Refractómetro Manual (0% a - 40% brix Mín.)
- Selladora Manual
- Termómetro

#### Equipos de planta

- Molino eléctrico, Figyelmeztetés, 220V, 600W 6A, capacidad 2Kg
- Tamizador eléctrico, Siemens 600 V
- Balanza electrónica, Philips Digital Computing, modeloHS 7600P
- Bateas modelo Cooler de 30 lt
- Cocinilla eléctrica

#### Reactivos

- Acetona 80%
- Ácido ascórbico 72% (v:v)
- Ácido bórico 4%
- Ácido cítrico 40%
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Ácido sulfúrico 0.18M
- Azul de metileno 95% (v:v)
- Bisulfito de sodio
- Etanol 80% (v:v)
- Fenolftaleína 0.1%
- Rojo de metilo 0.1%
- Hidróxido de Amonio 0.88M

### **3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.4.1. ANÁLISIS FÍSICOS**

##### **3.4.1.1. Granulometría**

Se realizó en el tamizador Soiltest, con 1.5 Kg de capacidad, utilizando una muestra de 100 g sometidos a 10 minutos, al final de los cuales se pesaron las fracciones retenidas en cada malla (INDECOPI, 1995)

##### **3.4.1.2. Humedad**

Se realizó siguiendo el método gravimétrico por la pérdida de peso de la muestra al someterse a calentamiento en estufa hasta peso constante (AOAC, 1995).

#### **3.4.2. ANÁLISIS QUÍMICOS**

##### **3.4.2.1. Grasas**

Se usó el método de Soxhlet de extracción de grasas, el cual consiste en hidrolizar la muestra con ácido clorhídrico diluido. La masa seca obtenida contiene las materias grasas, las cuales se extrajeron con éter, siendo el solvente evaporado y el residuo (AOAC, 1995).

##### **3.4.2.2. Proteínas**

Se utilizó el método Kjeldahl, en el cual la muestra se digirió con ácido sulfúrico concentrado. Luego se añadió álcali y el nitrógeno liberado se tituló con ácido clorhídrico para determinar el amoníaco absorbido por el ácido bórico (AOAC, 1995).

##### **3.4.2.3. Fibra**

La muestra exenta de grasa se trató con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio de concentraciones conocidas. El residuo se separó por filtraciones, se lavó, se desecó y se pesó el residuo insoluble, determinado posteriormente su pérdida de masa por calcinación a 550°C (AOAC, 1995).

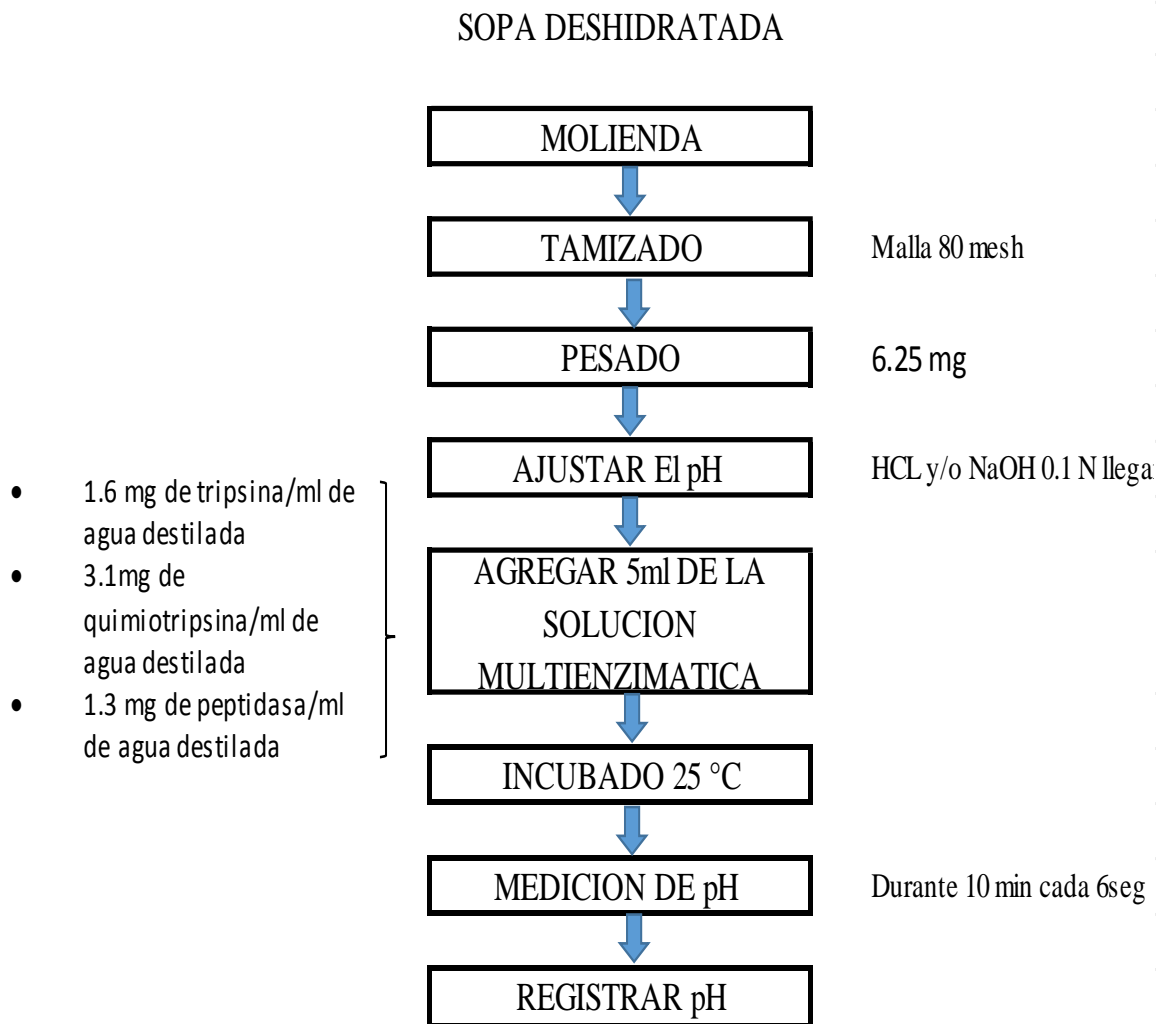
##### **3.4.2.4. Carbohidratos**

El cálculo de los «carbohidratos por diferencia» utilizando el sistema proximal de análisis (AOAC, 1995).

### **3.4.3. DIGESTIBILIDAD *IN VITRO***

Se usó el método de Hsu *et al.* (1977), el cual consiste en utilizar las soluciones proteicas (6.25 mg/ml en agua destilada), ajustando el pH a 8 con NaOH 0.1 N y agitándose durante dos horas a 37°C. La mezcla de proteasas (1.6 mg tripsina, 3.1 mg quimiotripsina y 1.3 mg peptidasa/ml) se mantienen en hielo y se ajustan a pH 8 con 0.1 N NaOH. La solución de enzimas se añade a la de proteínas en una relación 1:10 (v:v), la rápida disminución de pH que se produce durante los primeros 10 minutos de reacción al añadir una solución multienzimática a otra con la muestra a analizar, ambas previamente ajustadas a pH 8. El rápido declive de pH está causado por la liberación de grupos carboxilo de las cadenas proteicas por las enzimas proteolíticas. El porcentaje de digestibilidad proteica (Y) se calcula a partir de la ecuación  $Y=210.464-18.103X$ , donde X representa el valor de pH tras 10 min.

En la Figura 7 se muestra el proceso que se siguió para realizar la prueba de Digestibilidad In Vitro aplicado a las tres formulaciones de sopas deshidratadas. Se inicia preparando la muestra, lo cual consiste en moler y pasar el producto por un tamiz, pesar 6.25 mg y ajustar el pH a 8 utilizando HCL y/o NaOH al 0.1N, agregar 5 ml de solución multienzimática (tripsina, quimiotripsina y peptidasa), incubar a 25°C y medir el pH cada 60 segundos durante 10 minutos.



**Figura 7: Digestibilidad in vitro**

Fuente: Hsu *et. al*, (1977)

Para efectuar el cálculo se usará la siguiente ecuación:

$$Y = 210.464 - 18.103X$$

Dónde:

- X= pH de la suspensión proteica luego de 10 minutos de digestión con el sistema multienzimatico.
- Y= porcentaje de hidrólisis de la proteína.

### 3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación es de tipo explicativo experimental.

#### 3.5.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** El porcentaje de harina de germinado de quinua, hojas de quinua y harina de arveja utilizados en la formulación.
- **Variable dependiente:** Aceptabilidad.
- **Variables intervinientes:** Velocidad y tiempo de secado, diámetro de malla y tiempo de molienda. Las variables mencionadas serán controladas en la ejecución del proyecto.

#### 3.5.3. DEFINICIONES OPERACIONALES

La conceptualización de las variables independientes y dependientes se muestra en el Cuadro 13. La variable independiente está relacionada con a la influencia de la formulación en la sopa teniendo como indicadores la digestibilidad y la calidad proteica, la variable dependiente está relacionada la evaluación sensorial que se aplica a las sopas deshidratadas en estudio. Los indicadores utilizados son la digestibilidad, la cantidad proteica y el puntaje de aceptabilidad sensorial que se tiene las sopas deshidratadas.

**Cuadro 13: Dimensión, indicador e índice de la variable independiente y dependiente.**

Variable	Dimensión	Indicador	Índice
Independiente	Influencia de la formulación en la elaboración de la sopa	Relación de la cantidad de insumos utilizados en: <ul style="list-style-type: none"><li>• Digestibilidad</li><li>• Cantidad proteica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Harina de germinado de quinua (g)</li><li>• Hojas de quinua (g)</li><li>• Harina de arveja (g)</li></ul>
Dependiente	Evaluación sensorial	Puntaje de aceptabilidad sensorial, utilizando una escala hedónica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de Aceptabilidad</li></ul>

### 3.5.4. DISEÑO DE INVESTIGACION

Para la elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) y harina de arveja (*Pisum sativum*) se utilizó una formulación base, la cual se dividió en una matriz fija (40%), la cual aportara gran parte del sabor del producto y una matriz variable (60%) la cual está compuesta los tres insumos principales. La diferencia de la cantidad de estos compuestos altera contenido proteico y de digestibilidad.

En el Cuadro 14 se muestra la matriz fija y la matriz variable que se utilizó para la elaboración de la sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua y arveja.

**Cuadro 14: Matriz Fija y Variable de la sopa deshidratada a partir de germinado y de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y arveja harina (*Pisum sativum*).**

Insumos	%
<b>1. Matriz Fija</b>	
Almidón de Maíz	18.21
Ajo en polvo	0.08
Inosinato sodio	0.07
Curcuma	0.16
Sab. Carne	0.29
Perejil en polvo	0.61
Sal Yodada	12.72
Aceite de palma	4.5
BHA	0
Cebolla en polvo	0.48
Glutamato monosidico	1.7
Azúcar Blanca	1.3
Pimienta negra molida	0.05
<b>Total de Ingredientes Fijos</b>	<b>40</b>
<b>2. Matriz Variable</b>	
Harina de Germinado de Quinua	15 - 27
Harina de Hojas de Quinua	4 - 10
Harina de Arveja	18 - 30
<b>Total de Ingredientes Variables</b>	<b>60</b>
<b>Mezcla Total</b>	<b>100</b>

A partir de estas matrices se realizó un Diseño de Mezclas Simplex Lattice Cúbico Especial, con el uso del programa estadístico Statgraphics Centurion (Hu, 1999), mediante el cual se determinaron 10 formulaciones a realizar. En el Cuadro 15 se muestra el porcentaje de cada insumo que debe agrega a las 10 formulaciones, las cuales representan el 60% de la constitución de la sopa deshidratada.

**Cuadro 15: Matriz real del diseño de formulación de la parte variable.**

Tratamientos	Porcentajes Evaluados (%)			
	Harina de Quinoa Germinada	Harina de Hojas de Quinoa	Harina de Arveja	Total
1	27	10	23	60
2	27	4	29	60
3	20	10	30	60
4	26	4	30	60
<b>5</b>	<b>26</b>	<b>8.5</b>	<b>25.5</b>	60
6	26	5.5	28.5	60
<b>7</b>	<b>22.5</b>	<b>8.5</b>	<b>29</b>	60
8	25.5	5.5	29	60
<b>9</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	60
10	23.5	10	26.5	60

Al obtener las 10 formulaciones, se elaboró los productos y se realizó una evaluación sensorial interna, el objetivo fue seleccionar 3 formulaciones las cuales se presentarían al público objetivo comprendido en niños de 10 a 13 años de edad.



El Cuadro 16 presenta las tres formulaciones que se utilizaron en la presente investigación, en la cual se detalla el porcentaje de harina de germinado de quinua, harina de hojas de quinua y harina de arveja que se utilizaron en F1, F2 y F3.

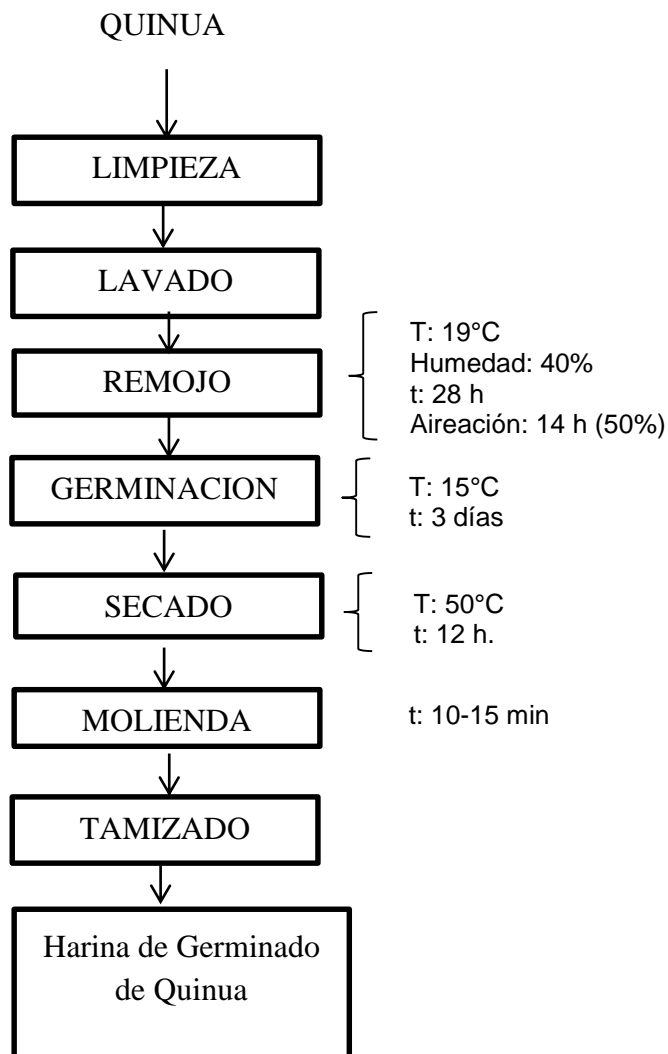
**Cuadro 16: Matriz Variable de la crema deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*chenopodium quinoa*, Willd) y arveja (*pisum sativum*).**

Insumos	F1 %	F2 %	F3 %
Harina de Germinado de Quinua	26	22.5	27
Harina de Hojas de Quinua	8.5	8.5	7
Harina de Arveja	25.5	29	26
Total	60	60	60

### 3.5.5. ELABORACIÓN DE HARINA DE GERMINADO DE QUINUA

Se utilizaron 500g de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad Blanca de Hualhuas la cual fue seleccionada y acondicionada para su posterior germinación.

Luego de realizar el proceso de germinación en las quinuas, se realizó el proceso de secado y molienda, para la obtención de la harina que sirvió como insumo principal en la elaboración de sopas instantáneas. En la Figura 8 se observa el diagrama de flujo de los procesos que se utilizaran para poder llegar a obtener la harina de germinado de quinua.



**Figura 8: Elaboración de harina de germinado de quinua**

**LIMPIEZA:** Se realizó con el fin de retirar materias extrañas, granos infestados e infectados. Esta operación se realizó manualmente.

**LAVADO:** La quinua fue sometida a lavado manual, con agua a temperatura ambiente, hasta que ya no forme espuma. El lavado se realizó en presencia de abundante agua fría mediante la frotación con las manos de la semilla hasta no observar formación de espuma, de acuerdo a la metodología reportada por Nieto (1984) y Quinde (1995).

**REMOJO:** El remojo se realizó de manera continua con agua circulante a 19°C, hasta llegar a una humedad requerida de 40% en la semilla. El tiempo para realizar esta

etapa fue de 28 horas. El objetivo de remojar el grano es la de dar la humedad adecuada para iniciar la germinación, permitiendo que las enzimas generadas o liberadas se difundan en el interior del grano (Hoseney, 1991).

**GERMINACION:** El germinado se llevó a cabo a una temperatura de 15°C por un tiempo de 3 días. El objetivo de la germinación es fomentar el desarrollo y crecimiento del embrión de los granos para conseguir la modificación requerida del grano y desarrollo de las enzimas. Esta etapa que dura 2- 4 días, se desarrolla en condiciones de humedad y temperaturas controladas entre 15 y 20°C.

**SECADO:** La quinua germinada se colocó en la estufa a 50°C de temperatura por un tiempo de 11 horas. Se termina el proceso de secado cuando llega a una humedad de 10%. El objetivo del secado es remover la humedad, prevenir posterior crecimiento y modificación, conseguir un producto estable que pueda ser almacenado y transportado, preservar las enzimas, desarrollar y estabilizar propiedades como el sabor y color, remover sabores indeseables, inhibir la formación de compuestos químicos indeseables y secar los brotes para permitir su remoción.

**MOLIENDA:** La quinua germinada seca se muele con el fin de disminuir el tamaño del grano. El tiempo de molienda utilizado fue de 10 a 15 minutos.

**TAMIZADO:** El producto molido se tamizó con las mallas No 80, 100 y 140 de la serie Taylor.

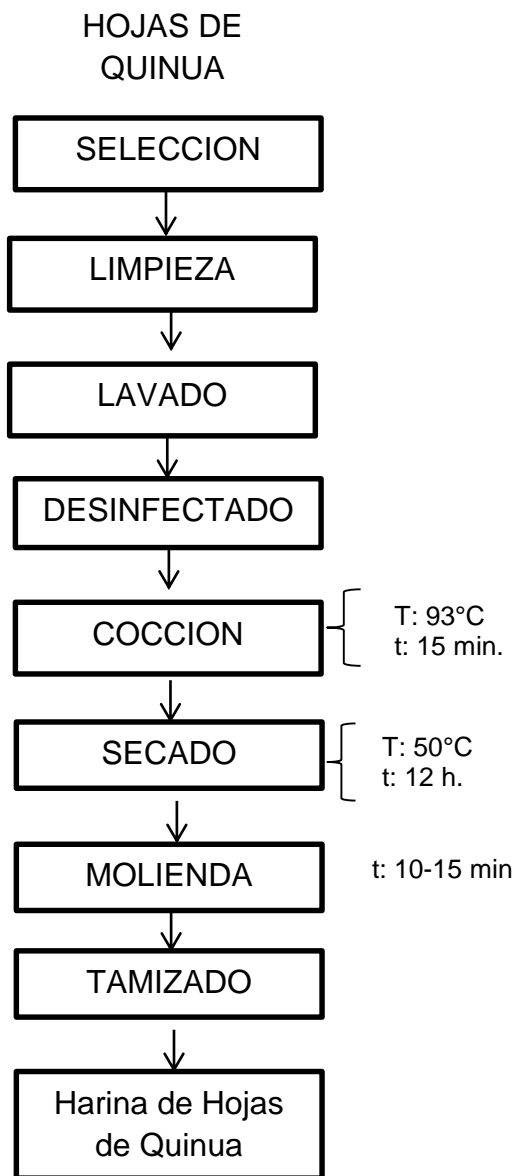
### **3.5.6. ELABORACIÓN DE POLVO DE HOJAS DE QUINUA**

Las hojas de quinua utilizadas fueron cosechadas al inicio de la etapa de pajonamiento, en ese periodo las hojas se desprenden fácilmente del tallo y no afecta el desarrollo del grano por ser las segundas hojas de las plantas.

Las hojas de quinua fueron seleccionadas y pasaron por una limpieza, lavado y desinfectado. Luego se sometieron a un tratamiento de cocción, el cual tiene como finalidad eliminar algunos factores antinutricionales como son los nitratos y oxalatos, llegado así a mejorar el sabor y color de las hojas de quinua. Seguido de esta operación se realizó un secado, el cual se realizó a una temperatura de 50°C durante 12 horas. Al tener

las hojas secas, éstas pasan por una molienda y un tamizado, obteniendo así el polvo de hojas de quinua.

La Figura 9 muestra el diagrama de flujo de operaciones para la elaboración de harina de hojas de quinua, la cual se utilizara en la elaboración de la sopa deshidratada.



**Figura 9: Elaboración de harinas de hojas de quinua**

**SELECCIÓN:** Se seleccionaron las hojas de quinua que se encuentran en buen estado, y que se encuentre dentro de los 120 días luego de la germinación de la quinua en la tierra.

**LIMPIEZA:** Se realizó con el fin de retirar materias extrañas, granos infestados e infectados. Esta operación se realizó manualmente.

**LAVADO:** Se lavaron las hojas con abundante agua.

**DESINFECTADO:** Se preparó una solución con hipoclorito de sodio, con el fin de desinfectar las hojas de quinua.

**COCCION:** Se llevó a cocción en una olla, por 15 minutos a una temperatura de 93°C.

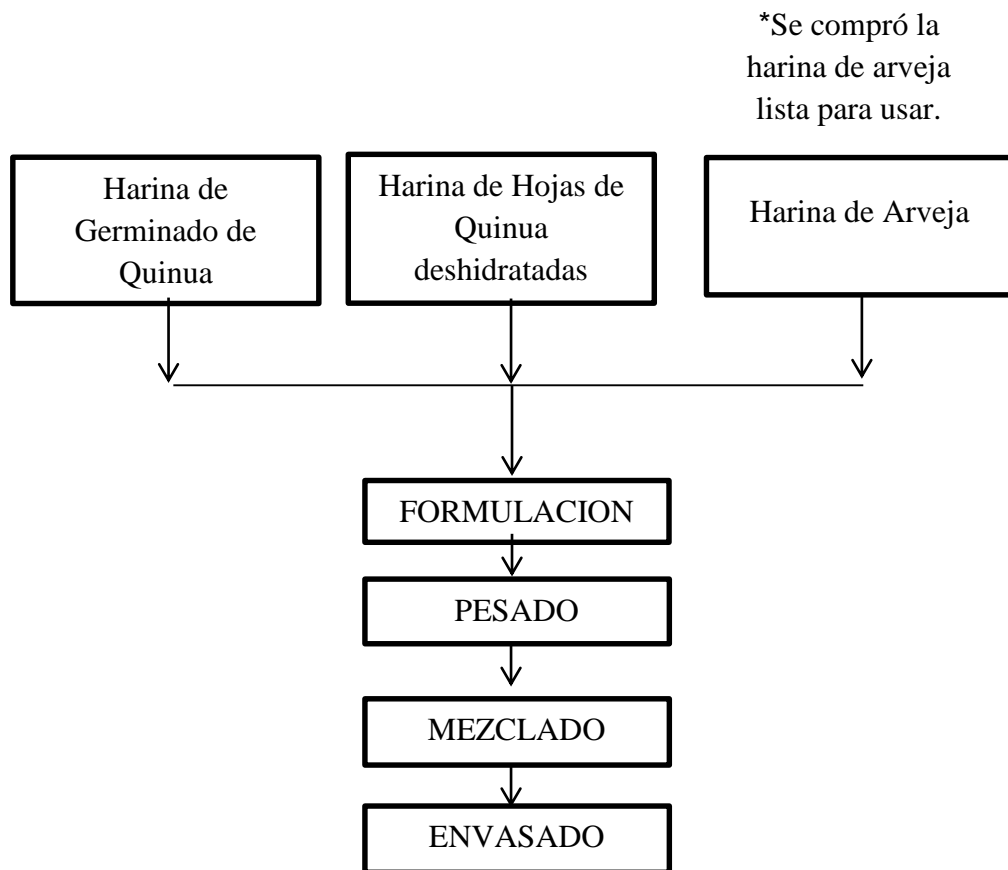
**SECADO:** El secado se realizó para detener el proceso de germinación. Se llevó a cabo en un secador de bandejas a 50°C durante 12 horas.

**MOLIENDA:** Se realizó una molienda en el mortero eléctrico luego se llevó a una molienda más fina con un molino de martillo (5 HP), durante 10 minutos

**TAMIZADO:** El producto molido se tamizó con las mallas No 80, 100 y 140 de la serie Taylor.

### 3.6.7. PROCESO PARA LA OBTENCION DE SOPA DESHIDRATADA

Luego de haber procesado los insumos que compondrán la sopa deshidratada, estos pasaran por un proceso de formulación, pesado, mezclado y envasado tal como se muestra en el diagrama de flujo operativo en la Figura 10.



**Figura 10: Elaboración de sopa deshidratada**

**FORMULACION:** Se realizó la formulación teniendo en cuenta el score químico de los tres insumos principales que se encontraran en la sopa deshidratada. Se obtuvieron tres formulaciones diferentes las cuales se evaluaron sensorialmente.

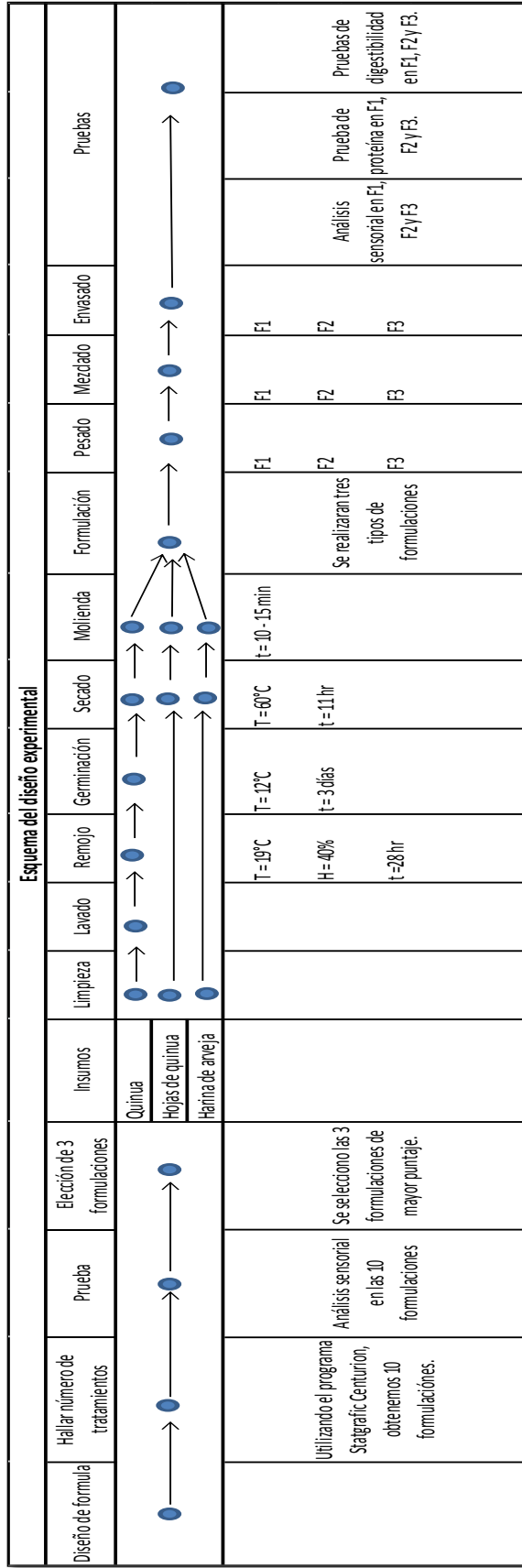
**PESADO:** Se utilizó una balanza para pesar los insumos, respetando las formulaciones ya calculadas.

**MEZCLADO:** Se mezclaron todos los insumos en una mezcladora, hasta que el color del producto sea uniforme. Se realizó el mezclado por un tiempo de 5 minutos.

**ENVASADO:** Se utilizó un empaque de estructuras laminadas en polipropileno para envasar la sopa deshidratada, pues este material es impermeable al vapor de agua. El producto tuvo una presentación de 125 g.

La Figura 11 muestra el diseño experimental que se utilizó en elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua y arveja, además de mencionar las pruebas químicas y sensoriales que se realizaron.

**Figura 11: Diseño experimental para la elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua y arveja.**





### 3.6.8. ANALISIS SENSORIAL PRUEBA DE ACEPTACION

En la prueba sensorial se utilizó un formato simple de escala hedónica de manera que no confunda al panelista, para así obtener mejores resultados. Los panelistas no entrenados en este caso fueron niños. Al estar garantizadas la seguridad e higiene de un alimento, lo satisfactorio de sus propiedades organolépticas pasa a ser el criterio más importante que determina la elección y, más aún, la fidelidad de un consumidor hacia un producto.

Para el análisis sensorial se contó con un panel de jueces de 10 a 13 años de edad, los cuales asisten a la escuela, siendo consumidores no entrenados. En la prueba sensorial se aplicaron a los panelistas un test de preferencia con el fin de evaluar la aceptabilidad y seleccionar la sopa más agradable. En el Cuadro 17 se observa la escala hedónica utilizada en la aplicación de la prueba sensorial a una población de 60 niños no entrenados en edades de 10 a 13 años.

**Cuadro 17: Cuadro de puntaje del nivel de agrado**

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Al panel se le solicitó, responder el nivel de agrado o desagrado del producto de acuerdo a la escala verbal-numérica que se presentó en la ficha de evaluación, la cual se muestra en el Anexo 1.

Para realizar el análisis de sensorial, se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se realizaron pruebas afectivas, es decir pruebas de preferencia o aceptación ampliada, para obtener una información sobre la aceptación del producto.

- Las evaluaciones se realizaron a 60 panelistas, los cuales eran el público objetivo teniendo una edad que fluctúan entre 10 y 13 años, de ambos sexos.
- Se verificó el buen uso de la prueba entonces se procedió a la aplicación de la Prueba no paramétrica de Friedman.

Se usó el cálculo estadístico de Friedman ( $\chi_r^2$ ), el cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{N \cdot k(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3N(k+1)$$

Dónde: N=Numero de panelistas o bloques

K=Numero de muestras o tratamientos

$\sum_{i=1}^k R_i^2 =$  Sumatoria del cuadrado total de rangos asignados para cada tratamiento

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. MATERIA PRIMA

#### Quinoa – Variedad Blanca de Hualhuas

La quinoa es la materia prima principal que se utilizó en la presente investigación, por ello fue fundamental realizar un análisis proximal, con el fin cuantificar los componentes iniciales con los que contaba. En el Cuadro 18 se reportó los resultados obtenidos en el análisis químico proximal que se realizó a la quinoa blanca de Hualhuas, en base seca.

Cuadro 18: Análisis proximal de la quinoa blanca de Hualhuas en Base Seca

Componentes	Porcentaje (%)
Grasa	7.83 +/- 0.03
Ceniza	3.05 +/- 0.04
Proteína	12.94 +/- 0.01
Fibra Total	4.58 +/- 0.04

Los resultados obtenidos fueron comparado al estudio que realizó Risi (1991) en quinoa blanca, obteniendo como resultado 13% proteínas y 6.10% de grasa, lo cual muestra que el porcentaje de proteínas y grasa son similares, estando muchas veces relacionado a las diferencias del cultivo, zona geográfica, altitud, condiciones de suelo, fertilización e irrigación, entre otras posibles causas.

Asimismo la FAO reporta que los aminoácidos de la proteína de quinoa se encuentran en la concentración adecuada para satisfacer los requerimientos de todas las personas y esto es lo que le otorga un elevado valor biológico. Se encuentran suficientes evidencias para afirmar que la quinoa posee un valor proteico elevado por lo que deben incorporarse con mayor

frecuencia en las dietas. Al respecto Galway *et al.*, (1990) mencionan que, una ventaja nutritiva de la quinua consiste en la calidad de sus proteínas, en la clase de aminoácidos que la componen, importante para la formación de las proteínas del cuerpo humano; encontrándose cantidades satisfactorias de histidina, arginina, triptófano, tirosina y lisina.

## Harina de Germinado de Quinua

### Remojo

El remojo es una etapa importante para poder realizar la germinación de la quinua ya que si no se tiene una humedad adecuada, el proceso de germinación será muy lento.

La muestra fue lavada en agua potable y posteriormente puesta en remojo a temperatura ambiente, haciendo ligeros movimientos con la mano y cambiando el agua. El objetivo de remojar el grano es la de dar la humedad adecuada para iniciar la geminación, permitiendo que las enzimas generadas o liberadas se difundan en el interior del grano (Hoseney, 1991).

En el remojo se tomaron datos de las variables principales los cuales son: el tiempo y la humedad. En el Cuadro 19 se muestra el resultado del monitoreo realizado.

**Cuadro 19: Controles de humedad en el proceso de germinación de quinua.**

Humedad	Tiempo (min.)	Porcentaje (%)
Humedad inicial de la quinua	0	10.17 +/- 0.02
Quinua después del remojo 1	10	24.65 +/- 0.01
Humedad al final del remojo	150	46.85 +/- 0.01

Es importante que la humedad penetre hasta el centro del grano, este proceso es lento ya que el mecanismo por el que penetra el agua en el grano es la difusión. Según Hoseney (1991), el nivel de 42-44% de humedad, es un valor de equilibrio en el cual la presión hidrostática en la célula iguala a la presión osmótica generada por el líquido celular.

Los resultados obtenidos muestran que en un tiempo de 10 minutos se tiene 24.65% de humedad y a los 150 minutos la humedad final es de 46.85%. Este resultado al compararlo con lo mencionado por Hoseney (1991), excede un 2.85% de humedad, para lo cual se debe de realizar un monitoreo minucioso para llegar al rango de humedad correcta.

### *Germinación*

Las condiciones ambientales utilizadas fueron 12°C de temperatura durante 3 días. En esta etapa se evaluó la capacidad de germinación de la quinua, la cual consiste en colocar los granos a condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo. Para ello se cuentan 100 granos y se verifica el porcentaje de germinación. Según nuestras condiciones, se obtuvo un 98% de capacidad de germinación para la quinua blanca de Hualhuas.

La germinación de las semillas empieza con la toma de agua por la semilla (imbibición) finaliza con el inicio de la elongación del eje embrionario. La cantidad total de agua tomada durante la imbibición es generalmente muy pequeña y no puede exceder de dos a tres veces el peso seco de la semilla. La imbibición depende de varios factores como el movimiento del agua hacia la semilla, en donde el potencial de agua y la permeabilidad de la cubierta de la semilla son factores de gran importancia (Román, 2000).

La germinación finaliza cuando se da el crecimiento de la plántula, quiere decir se forma la raicilla y una acospira (tallito) que alcance 1/3 de la longitud del grano. La raicillas de la quinua germinada crecieron de 1 a 1.5 cm, lo cual muestra la buena permeabilidad para absorber el agua del medio y poder realizar las actividades físico-químicas.

### *Secado*

Una vez realizado el brote de la raicilla hasta un tamaño entre 1 y 1.5 centímetros, los granos germinados se pusieron a secar en una estufa, el tiempo de secado dependió del grosor de la capa en la bandeja de secado. En la presente investigación se colocó aproximadamente 1 centímetro de grosor, por lo que el secado demoró 12 horas a temperatura de 50°C. Los resultados de la etapa de secado se muestran en el Cuadro 20.

**Cuadro 20: Humedad y peso de la quinua en la etapa de secado**

<b>Etapa de la quinua</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Peso (g)</b>
Antes del secado	46.85	500
Después del secado	9.82	418.35

La humedad inicial de la quinua germinada fue de 46.85%, finalizando con una humedad de 9.82%. Bewley y Black (1983). Muestran una humedad final de 10% en la obtención del secado de quinua germinada, lo cual comparado al resultado obtenido muestra un secado eficiente.

Asimismo Bewley y Black (1983) diferenciaron el secado en tres etapas: primera etapa, a temperaturas de 30°C la humedad se reduce de 45 a 30%; en la segunda etapa, se aumenta la temperatura hasta los 50°C, llegando la humedad del grano a 20%; en la tercera etapa se emplea una temperatura de 65°C con el objetivo de reducir la humedad hasta un 10%. Por el contrario la presente investigación solo se trabajó con una temperatura constante de 50°C durante 12 horas, obteniendo resultados favorables en la humedad final.

El peso inicial de la quinua se utilizó para poder hallar el resultado del rendimiento de la germinación (83.67%), favoreciendo económicamente pues en el proceso la germinación aumenta el volumen de la quinua y al realizar el secado elimina el agua que fue absorbida.

### **Harina de quinua germinada.**

La harina de quinua germinada es la materia prima principal en la composición de la sopa deshidratada, por ello se tiene que realizar un análisis proximal de la misma. Los resultados obtenidos en base húmeda se presentan en el Cuadro 21.

**Cuadro 21: Análisis proximal de Harina de Germinado de Quinua**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Grasa	6.1 +/- 0.02
Ceniza	1.5 +/- 0.03
Proteína	13.09 +/- 0.03
Fibra Total	2.68 +/- 0.02

El cálculo inicial de proteína en la quinua fue de 12.94%, luego de la germinación la proteína calculada fue 13.09%, lo cual representa un incremento en un 0.15%. Nieto (1984), obtiene un contenido de proteína de la germinación de quinua de la variedad Blanca de Junín (15.73%) y en la quinua cruda un 15.38% incrementando su valor en 0.35%.

El germinado causa un incremento en la proteína total con respecto a la semilla sin germinar, con un cambio en la composición de aminoácidos. Asimismo ocasiona un decremento en el almidón, un incremento de azúcares, un escaso incremento en grasa y fibra cruda, y una elevación en las cantidades de vitaminas y minerales. Aparte de incrementar los sólidos, el germinado aporta sabor (Klaus, 1980).

En cuanto a la grasa, el cálculo inicial fue de 7.83%, mientras que el cálculo luego de la germinación fue de 6.1%, mostrando una disminución en 1.73%. En el caso de la ceniza, inicialmente se calculó 3.05% y luego de la germinación 1.5%, lo cual es una reducción en 1.55% correspondiente a ceniza. La fibra total inicial fue de 4.58% y la final de 2.68%, lo cual corresponde a una disminución del 1.9%. Estos valores son similar a los encontrados por Nieto (1984), quien evaluó el mejor proceso de malteo de quinua en función de rendimiento en malta, extracto, relación extracto/quinua cruda, proteínas solubles e índice de Kolbach. El autor observó como consecuencia del malteo cambios en la composición del grano de quinua, encontrando una disminución en nitrógeno, grasa, carbohidratos y ceniza, y aumento en fibra cruda y azúcares totales libres, además de cambios en las proporciones de aminoácidos.

### **Hojas de quinua**

Las hojas de quinua utilizadas en la elaboración de la sopa deshidratada fueron analizadas con el fin de caracterizar la materia prima e identificar la cantidad de proteína que poseían. Los resultados del análisis son presentados en el Cuadro 22.

Tapia (1997) halló que la hoja de quinua hallo estaba compuesta de 3.3% de proteína, en comparación con el resultado obtenido el cual es 2.3% de proteína (base húmeda) valor en 1% mayor al obtenido en el presente trabajo.

Por otro lado, en el estudio realizado por Cornejo (1976), el contenido de proteína en base seca de las hojas de quinua en variedad Blanca Real es de 23,7% y en Blanca amarga 22.9%, valores menores en 3.5% al compararlo con la presente investigación.

**Cuadro 22: Análisis Proximal de Hojas de Quinua.**

<b>Quinua</b>	<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Base Húmeda	Humedad	91.25
	Grasa	0.35
	Proteína	2.3
	Fibra Cruda	0.86
	Ceniza	2.14
	Carbohidratos	3.96
Base Seca	Grasa (bs)	4.03
	Proteína (bs)	26.24
	Fibra Cruda (bs)	9.82
	Ceniza (bs)	24.44
	Carbohidratos (bs)	45.26

### **Harina de Arveja**

La harina de arveja utilizada en las formulaciones, fue sometida a un análisis proximal el cual es mostrado en el Cuadro 23.

**Cuadro 23: Análisis proximal de Harina de Arveja**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Humedad	10.5 +/- 0.02
Grasa	2.5 +/- 0.01
Ceniza	3.43 +/- 0.02
Proteína	19 +/- 0.02
Fibra Total	3.5 +/- 0.03



Igbasan *et al.*, (1997) realizaron un análisis proximal de la harina de arveja cruda en base húmeda, teniendo como resultado 10% de humedad, 23% de proteína, 3.3% de grasa y 5.5% de fibra cruda. Los resultados obtenidos muestra una diferencia de 4% de proteína menos que lo mencionado por el autor, con respecto a la fibra cruda se encuentra una variación de 2% por encima de lo hallado por el autor. Esto depende directamente de la materia prima la cual puede variar el contenido de sus componentes debido al cultivo, zona geográfica, altitud, condiciones de suelo, fertilización e irrigación, entre otras posibles causas.

#### 4.2. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS SOPAS DESHIDRATADAS

Las formulaciones F1, F2 y F3 tienen porcentajes diferentes de harina de germinado de quinua, polvo de hojas de quinua y harina de arveja, por ello la cantidad de proteína en cada muestra es diferente. En el Cuadro 24 se presenta el porcentaje proteico en base húmeda obtenido en cada formulación.

**Cuadro 24: Porcentaje proteico en las Formulaciones F1, F2 y F3.**

Muestra	Peso (g)	Gasto HCL	% Proteína
F1	0.3078	4.3	11.61 +/- 0.03
F2	0.3072	3.9	10.55 +/- 0.04
F3	0.3059	3.7	10.05 +/- 0.03

El análisis realizado tuvo un resultado de 11.61% de proteína en F1, lo cual es superior a lo obtenido en F2 y en F3. Sin embargo las tres formulaciones calculadas tienen un contenido alto de proteína. Los cálculos realizados se pueden observar en el Anexo 1.

Según Collazos (1975), la cantidad de proteína en 100g de harina de quinua es 13.7 g, mientras que la harina de arveja posee 21.6 g de proteína en 100g de producto. En relación a lo mencionado por el autor, la formulación F2 contiene 29% de harina de arveja la cual debería de tener mayor porcentaje de proteína frente a las otras formulaciones. Esta diferencia puede estar relacionada a la intervención porcentual de los otros componentes, los cuales son harina de germinado de quinua y la harina de hojas de quinua.

Sin embargo la FAO (1995) menciona que las leguminosas como la arveja son una fuente de lisina, pero son deficientes en aminoácidos esenciales azufrados como metionina. Según Hickling (2003), la arveja posee 1.67g /100g de lisina y 0.5g/100g de metionina. Por otro lado Tapia *et al.* (1997) mencionan que la quinua es el cereal que posee mayor cantidad de aminoácidos esenciales en comparación con el trigo, la cebada, la avena y el maíz. 0.79g/100g de lisina y 1.8g/100g de metionina.

### 4.3. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA

La digestibilidad de la proteína, se encuentra relacionado con la variación del pH en el tiempo. Por ello para realizar el cálculo de la digestibilidad, se tomó en cuenta la siguiente ecuación:

$$Y = 210.464 - 18.103X$$

Dónde:

X: pH de la suspensión proteica luego de 10 minutos de digestión con el sistema multienzimático.

Y: porcentaje de hidrólisis de la proteína.

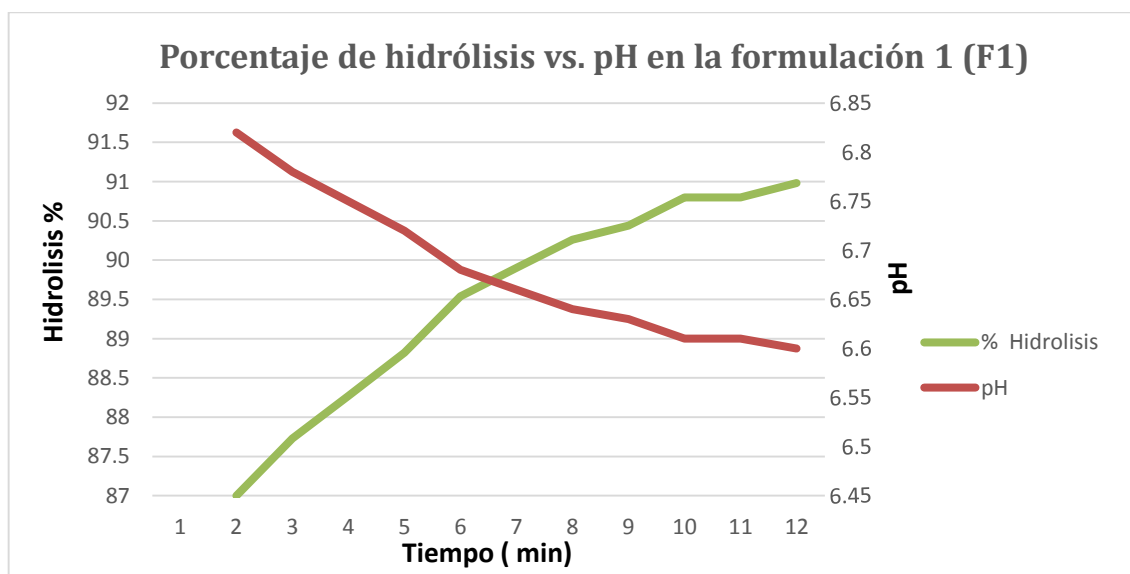
La FAO/OMS/UNU (1985) menciona que las diferencias en digestibilidad pueden deberse a diferencia intrínsecas de las proteínas; naturaleza de la pared celular; presencia de otros factores dietéticos que modifiquen la digestión como la fibra, polifenoles alimentarios, taninos y reacciones químicas que alteran la liberación de aminoácidos por procesos enzimáticos.

En la formulación 1 (F1) se calculó 90.98% de hidrólisis en 10 minutos, llegando a un pH de 6.61, lo cual se puede mostrar en el cuadro 25.

**Cuadro 25: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en formulación 1 (F1), con respecto al pH y al tiempo**

Tiempo (min)	pH	% Hidrólisis
0	6.82	87.00 +/- 0.01
1	6.78	87.73 +/- 0.02
2	6.75	88.27 +/- 0.01
3	6.72	88.82 +/- 0.03
4	6.68	89.54 +/- 0.02
5	6.66	89.90 +/- 0.04
6	6.64	90.26 +/- 0.03
7	6.63	90.44 +/- 0.02
8	6.61	90.80 +/- 0.01
9	6.61	90.80 +/- 0.03
10	6.6	90.98 +/- 0.02

La Figura 12 muestra la curva de relación que se obtiene entre el porcentaje de hidrólisis y el pH en la formulación. Esta relación es inversa ya que mientras que el porcentaje de hidrólisis incrementa, la curva del pH desciende hasta llegar a un punto estable.



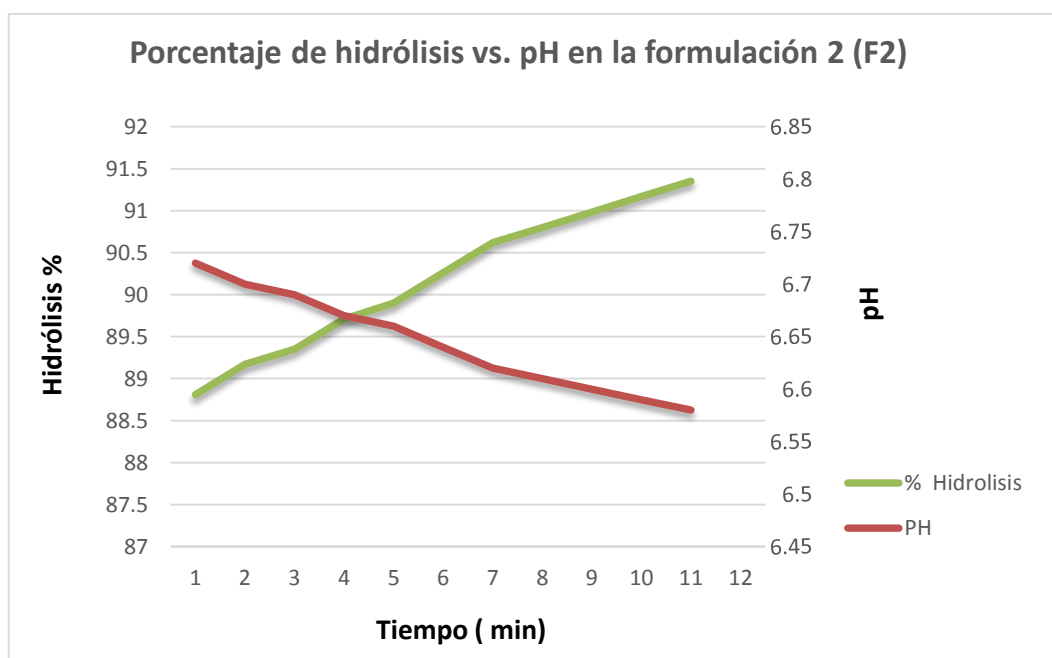
**Figura 12: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 1 (F1)**

En la Formulación 2 (F2) se calculó 91.35% de hidrólisis en 10 minutos, llegando a un pH de 6.58, lo cual se puede mostrar en el Cuadro 26.

**Cuadro 26: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en Formulación 2 (F2), con respecto al pH y al tiempo.**

Tiempo (min)	pH	% Hidrólisis
0	6.72	88.81 +/- 0.02
1	6.7	89.17 +/- 0.02
2	6.69	89.35 +/- 0.01
3	6.67	89.71 +/- 0.03
4	6.66	89.90 +/- 0.02
5	6.64	90.26 +/- 0.01
6	6.62	90.62 +/- 0.02
7	6.61	90.80 +/- 0.03
8	6.6	90.98 +/- 0.02
9	6.59	91.17 +/- 0.03
10	6.58	91.35 +/- 0.03

La Figura 13 muestra la curva de relación que se obtiene entre el porcentaje de hidrólisis y el pH en la formulación. Siendo estas inversas ya que mientras que la el porcentaje de hidrolisis incrementa la curva del pH hasta que llega a un punto estable.



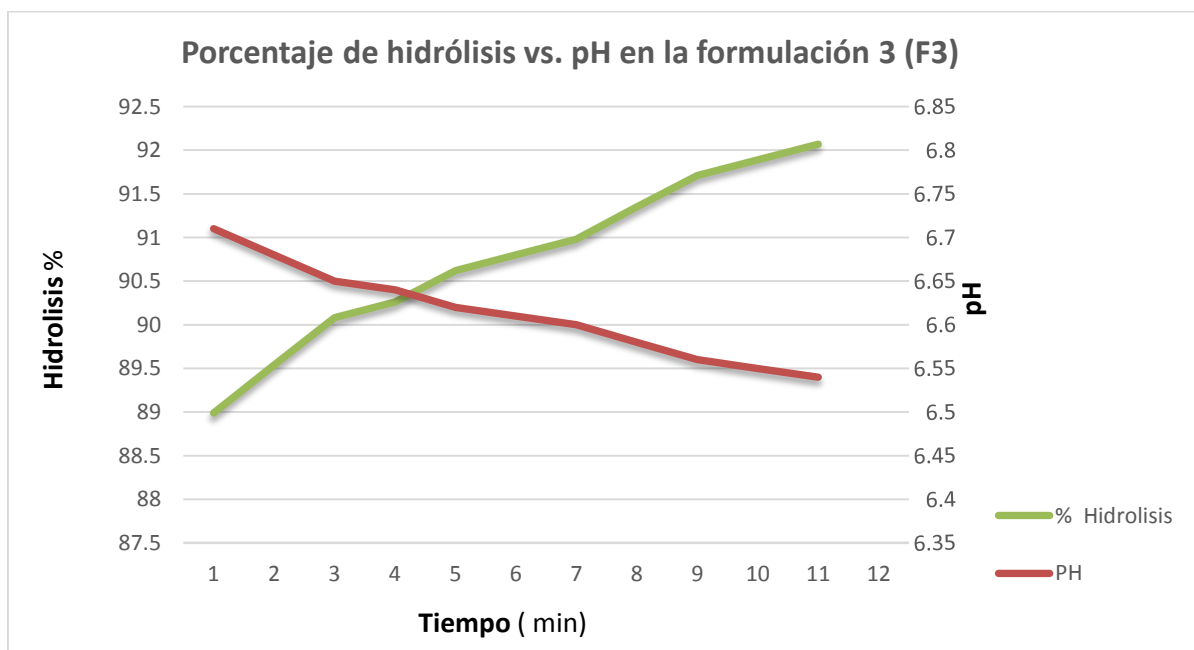
**Figura 13: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 2 (F2)**

En la formulación 2 (F2) se calculó 91.35% de hidrólisis en 10 minutos, llegando a un pH de 6.58, lo cual se puede mostrar en el Cuadro 27.

**Cuadro 27: Porcentaje de hidrólisis de la proteína de quinua en Formulación 3 (F3), con respecto al pH y al tiempo.**

Tiempo (min)	pH	% Hidrólisis
0	6.71	88.99 +/- 0.01
1	6.68	89.54 +/- 0.02
2	6.65	90.08 +/- 0.03
3	6.64	90.26 +/- 0.02
4	6.62	90.62 +/- 0.02
5	6.61	90.80 +/- 0.02
6	6.6	90.98 +/- 0.03
7	6.58	91.35 +/- 0.02
8	6.56	91.71 +/- 0.03
9	6.55	91.89 +/- 0.02
10	6.54	92.07 +/- 0.02

La Figura 14 muestra la curva de relación que se obtiene entre el porcentaje de hidrólisis y el pH en la formulación. Esta relación es inversa ya que mientras que el porcentaje de hidrólisis incrementa, la curva del pH desciende hasta llegar a un punto estable.



**Figura 14: Curva de Relación entre % Hidrolisis y pH en la Formulación 3 (F3)**

La quimiotripsina hidroliza enlaces peptídicos que contienen grupos carbonilo de aminoácidos aromáticos, mientras que la tripsina hidroliza enlaces en los que intervienen Lisina y Arginina; estas enzimas se activan normalmente al nivel del intestino cuando el pH ha sido neutralizado por el bicarbonato, el cual eleva el pH alrededor de 7.0-8.0 (pH al cual se ajustó la muestra con el sistema multienzimático).

La incubación que se llevaron las muestras F1, F2 y F3 fueron a 37°C, lo cual hace que los resultados obtenidos de % de Hidrolisis sean de las rupturas de los enlaces de las proteínas y no de alguna formación de péptidos que se haya podido formar por exceso de temperatura. La capacidad amortiguadora de los alimentos comunes no parece crear problemas en la medida de la digestibilidad in vitro de proteínas, pues los grupos carboxilo liberados suelen superar este efecto (Hsu et al 1977).

Por otra parte, Barbeau y Kinsella (1985) han sugerido que pudiera no haber una relación directa entre la disminución de pH observada y el grado de hidrólisis proteica en el caso de los alimentos con capacidades amortiguadoras fuertes, pues los grupos carboxilo liberados durante la digestión enzimática no podrían sobrepasar el efecto amortiguador creado por éstos. Los factores que afectan el método establecido por Hsu et al. (1997) son el factor molienda y agitación de la muestra.

El factor molienda tiene una influencia gravitante en los resultados obtenidos con la prueba de digestibilidad. La molienda de la muestra lleva a un incremento en la solubilidad, mejor aún si estas son tamizadas. Pero lo que puede afectar aún más es si la muestra en malas condiciones de almacenamiento ya que afectara directamente a los resultados, al repetir el análisis sobre una misma muestra. La agitación del medio permite el incremento en la digestibilidad pues al momento de realizar el análisis se realizaron ligeros movimientos por la precipitación que se formaba, estos movimientos que se realizaban fueron ligeros con el fin de tener un líquido en el cual todas las partículas se encuentren distribuidas.

Tapia *et al.*, (1997) mencionó que los granos andinos presentan una digestibilidad menor que los alimentos de origen animal probablemente por su contenido de fibra; por ello se estima que la digestibilidad de los granos andinos es de aproximadamente 80%. Al realizar la germinación se eleva notablemente el porcentaje de la digestibilidad en la quinua y eso se puede apreciar en los resultados finales los cuales superan el 90% de digestibilidad.

Los resultados obtenidos en las formulaciones con respecto a la digestibilidad fueron: F3 92.070%, F2 91.346% y F1 90.984%, lo cual es inversamente al contenido proteico, pero a la vez es justificable debido a que la F3 es la que tiene mayor contenido de harina de quinua germinada, lo cual esta materia puede hacer que eleve su contenido de hidrolisis, ya que al estar germinado, la ruptura de los enlaces proteicos son mucho más rápidos, además de incrementar el porcentaje de proteína.

#### 4.4. ANALISIS SENSORIAL DE LA MUESTRA

Para la selección de la mejor fórmula, se realizaron pruebas sensoriales utilizando 60 panelistas no entrenados. Con la finalidad de conocer cuál era la muestra de mayor agrado, se aplicó una prueba hedónica. El Cuadro 28 muestra los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba sensorial, notándose una alta preferencia por la formulación 3 (F3) compuesta por 27% de Harina de germinado de quinua, 7% de Harina de hojas de quinua y 26% de Harina de Arveja.

**Cuadro 28: Resultados de la Prueba Sensorial**

Formulación	Puntaje de Aceptación
F3	158.5
F2	117.5
F1	84

La aceptación de un determinado producto depende de los sentidos: vista (color y defectos), olfato (aroma y sabor), tacto (manual y bucal), oído (tacto y durante la masticación) y gusto (sabor). Todos los aspectos de la calidad, tanto externos como internos, son contemplados y valorados por el consumidor a la hora de decidir sobre la adquisición de un producto para consumo en fresco.

En el análisis sensorial realizado se evaluaron las características generales de la sopa, en particular el sabor, ya que el grupo etario elegido es difícil de complacer, ya que están orientados solo a lo que les parece agradable al paladar y que no le brindan la suficiente importancia al contenido proteico.

Bonamino *et al.*, (2009) realizó un estudio en sopas deshidratadas a base de semillas de quinua, y en las pruebas sensoriales fueron evaluadas las características de manera

individual como el color, olor, sabor y consistencia. La característica principal la de la consistencia siguiéndole la característica del sabor y luego olor y color. El presente estudio sólo realizó una evaluación hedónica, con el fin de obtener una información concreta de la apreciación de la sopa deshidratada, el formato utilizado se puede ver en el Anexo 2.

Los resultados obtenidos dieron mayor puntaje a la formulación 3 (F3) el cual se puede observar en el Anexo 3. En segunda opción está formulación 2 (F2) y como última la formulación 1 (F1). El resultado obtenido muestra que los consumidores prefieren el sabor de la quinua, ya que la sopa deshidratada elegida como ganadora la fórmula 1 (F1) fue la de mayor concentración de quinua y menor concentración de arveja debido a que este podría presentar un sabor medio amargo en altas concentraciones, siendo uno de los principales comentarios realizados por los panelistas.

El uso de glutamato monosódico (1.7%) y de inosinato (0.07%) ayudaron a mejorar el sabor a las formulaciones realizadas, pues estos realzadores de sabor pueden enmascarar algunos otros sabores que no son agradables al público en general, como lo obtenido por Garrido (2009) quien evaluó el efecto realzador del sabor del glutamato monosódico (GMS) y su acción sinergista con 5'-ribonucleótidos: inosinato monofosfato (IMP) y guanilato monofosfato (GMP), al adicionarlo a las sopas deshidratadas de lentejas y arvejas, se obtuvo como resultado la sopa de lentejas con 6% de GMS más 0,12% de IMP-GMP mayor aceptación que la sopa de arvejas que contenía 6% de GMS más 0,26% de IMP.

La FAO menciona que la harina de quinua es buena fuente de ácido linoleico y de aminoácidos necesarios por el cuerpo (Bonamino, 2009). Con la elección de formulación 3 (F3) podemos asegurar que el niño recibirá todos los aminoácidos necesarios para un buen crecimiento y desarrollo.



## V. CONCLUSIONES

1. F1 fue la formulación de mayor porcentaje de proteína ya que contiene 11.61% de proteína en base húmeda. Las formulación 2 (F2) contiene 10.55% de proteína y la formulación 3 (F3) 10.05%.
2. Se calculó que la formulación 3 (F3) tiene 92.07% de digestibilidad, este porcentaje es mayor frente a las otras dos formulaciones. Se obtuvo en la formulación 1 (F1) 90.80% y formulación 2 (F2) 91.35% de digestibilidad.
3. Con un nivel de significancia del 5%, los niños entre 10 y 13 años determinaron que la muestra F3 (con contenido proteico de 10.05% y digestibilidad de 92.07%) es sensorialmente más agradable que la F2 y F1, siendo además la que tiene mayor digestibilidad.
4. Al realizar la germinación de la quinua, esta favorece la digestibilidad de la proteína que esta posee, ya que la incrementa en 10% aproximadamente, lo cual es favorable para los niños que se encuentran de 10 a 13 años de edad, porque se podrá lograr una mejor absorción.
5. El producto obtenido es una excelente alternativa alimentaria ya que podrá incrementar el consumo de alimentos autóctonos como es el caso de la quinua, tanto en hojas como en semilla; y también de la arveja, ya que el aporte nutricional que aporta es alto.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Incentivar a los peruanos el consumo de las hojas de quinua, pues se tiene grandes cantidades en el campo, que se dejan marchitar y no se aprovechan.
- Realizar una investigación sobre la composición química proximal de las hojas de quinua en diferentes etapas de cultivo, con el fin de determinar el
- Realizar un aminograma de la harina de quinua germinada, para así tener identificados que aminoácidos incrementan en la germinación.
- Realizar un estudio de prefactibilidad, para una futura planta que elabore el producto en mención, pues se podría aprovechar aquello que queda en las chacras como es el caso de las hojas de quinua.
- Llevar este producto a los programas sociales, pues es de alto contenido proteico y podría ayudar mucho contra la lucha de la desnutrición en el País.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemist) 1995. Official methods of analysis. Volumen I. Washington, DC.
2. Anzaldúa Morales Antonio. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza.
3. Ammon H. y Wahl M.. 1991. *Pharmacology of Curcuma longa*. Planta Med. USA.
4. Ammon H, Safayhi H, Mark T, Sabieraj J. (1993). *Mechanism of antiinflammatory actions of curcumin and boswellic acids*. *J Ethnopharmacol*, 38: 113-119.
5. Alasino, M., et. al. 2008. Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. Archivos Americanos de Nutrición.Venezuela. 58(4): 397-402.
6. Alconero R., Alburquerque F y Almeida N.1972. *Phytophthora (palmivora) foot rot of black pepper in Brazil and Puerto Rico. (Piper nigrum)*. *Phytopathology*. 62(1): 144-148.
7. Ali-Khan ST. 1993. See Hull Content In Field Pea. Canadian Plant Sci. 73: 611-613.
8. Álvarez, C. 2012. Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltar (*Chenopodium quinoa*). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Perú.
9. Barbeau, W.E. y Kinsella, J.E. 1985. Effects of free and bound chlorogenic acid on the in vitro digestibility of ribulose biphosphate carboxylase from spinach. Journal of Food Science, 50:1083-1087.

10. Belitz, H.; Grosch, W. 1988. Química de los alimentos. Segunda edición, editorial Acribia, Zaragoza, España. pp.198-205.
11. Behrman. Kilegman. Jenson. Nelson. 2004. Tratado de enfermería. 17 a. Ed. Madrid: Editorial Elseive. 14,57, 153-157.
12. Bernal, I. 1993. Análisis de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
13. Bewley, J. D. y M. Black. 1983. Fisiología y germinación. Segunda edición. Acribia. Zaragoza- España.
14. Binsted, R. y Devey, J. 1970. Soup Manufacture-CanningDehydratation London FoodTradePress Ltd. Second Edition.
15. Boisen, S. & Fernandez, J. A. 1995. Prediction of the apparent ileal digestibility of protein and amino acids in feedstuffs and feed mixtures for pigs by an in vitro analysis. Anim Feed Sci Tech. 51:29.
16. Bolaños, A. 2001. Introducción a la Olericultura. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.
17. Bonamino M., Carreño V. y Cervilla N.. 2009. Elaboración de sopas a partir de la molienda de semillas de quinoa. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Argentina.
18. Bourdon D, Perez JM. 1982. Premiers résultats sur la valeur énergétique et azotée des pois proteagineux de printemps. Journées de la Recherche Porcine en France, 14: 261-266.
19. Cardenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp 13-26.
20. Castell A.G., Guenter W., y Igbasan F. 1996. Nutritive value of peas for non-ruminant diets. Animal Feed Science and Technology, 60: 209-227.
21. Canahua, A., Tapia M., Cutipa Z.y Ichuto A.. 2002. Gestión del espacio agrícola y agro biodiversidad en papa y quinua en comunidades campesinas de Puno. En Seminario Permanente de Investigación Agraria IX. Lima, Perú.
22. Charley H. 1995. Tecnología de alimentos. México. Ed. Limusa p. 768.
23. Cheftel, J. C., Cheftel, B. 1983. Introducción a la Bioquímica y Tecnología Alimentos. Editorial Acribia, España.
24. Cornejo, G. 1976. Hojas de la quinua (*Chenopodium quinoa*Willd.) fuente de proteína. En: Convención Internacional de Chenopodiaceas. 2da Edición. Potosí,

- Bolivia. 26-29 abril. IICA. Serie informes de conferencias, cursos y reuniones. No. 96. Bolivia. pp. 177-180.
25. Collazos, C. 1975. La composición de los alimentos peruanos. Quinta Edición, Ministerio de Salud. INS. Lima. Perú.
  26. Crevieu-Gabriel I. 1999. Digestion des protéines végétales chez les monogastriques: Exemple des protéines de pois. INRA Productions Animales, 12(2): 147-161
  27. Desrosier, N. W. 1990. Conservación de Alimentos — Trad. 2 ed., Ed.Cía. Editorial Continental, S. A. de C.V.. México.
  28. Dierick, N.A., Vervaeke I.J., Decupeyre, I.A & Henderickx, H.K. 1985. Protein digestion in pigs measured in vivo and in vitro. Digestive Physiology in the Pig. Proc. 3rd International Seminar on Digestive Physiology in the Pig. (Ed. A. Just , H. Jorgensen and J.A. Fernández). National Institute of Animal Science. Copenhagen. p. 329
  29. ERPE, INIAP, IICA, GTZ. 2001. Taxonomía y morfología de la planta. En: Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador. Disponible en: [www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/PRODUCTOS/MANUALES/manual\\_quinua.htm](http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/PRODUCTOS/MANUALES/manual_quinua.htm). Consultado el 20 de Abril del 2014.
  30. Esparza M., Dominguez R., Gonzalez- Mendez n., Pacheco R.y Ramos E.. 1988. Caracterización de la calidad de algunas bolognas en México. III. Evaluación sensorial con panelistas no entrenados. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 38 N° 2. Junio. pp. 261-277.
  31. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. United Nations University. Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO Technical Report Series No. 724. Geneva: WHO; 1985.
  32. Galway N., Leakey C., Price K. y Fenwick G.. 1990. *Chemical composition and nutritional characteristics of quinoa*. *Food Sci. and Nutrition* ; 4: 245-261.
  33. Gallardo, M.; Prado, F. y Gonzales, J. 1996. Efecto del NaCl sobre el contenido de betalainas en *Chenopodium quinoa* Willd. En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 marzo. Mendoza, Argentina. pp. 284-285.
  34. Gandarillas, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Saya. Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Bolivia. Abril-Noviembre. La Paz, Bolivia. 4 p.

35. Gandarillas, H. 1979. Genética y origen. In: M. Tapia (ed). Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. Bogotá, Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. pp 45-64.
36. Garrido, F. 2009. Aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas adicionadas de realizadores del sabor (umami). Rev. Chil. Nutr. Vol. 36, N°4, Diciembre. Chile.
37. Hickling D. 2003. Guía de la arveja canadiense para la industria forrajera. 3ª ed. Manitoba : Pulse Canadá. 35p.
38. Higinio, V. 2011. Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (*oryza sativa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) y kiwicha (*Amarantus caudatus*) por el método de cocción extrusión. Universidad del callao. Lima - Perú.
39. Hosney, R. 1991. Principios de ciencias y tecnología de los cereales. Acibia. Zaragoza- España.
40. Hough, J. 1971. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Primera edición. Editorial Acibia. España.
41. Hu, R. 1999. Food Product Design. Technomic Publishing Company, Inc. U.S.A. 225p.
42. Hsu, H., Vavak. D., Satterlee, L. y Miller, G. (1977). -«Amultienzyme technique for estimating protein digestibility»-Journal Food Science 42, 1269-1273.
43. Igbasan, F.A., Guenter W. y Slominski B.A. 1997. Field peas: Chemical composition and energy and amino acid availabilities for poultry. Can. J. Anim. Sci. 77: 293-300.
44. Infoagro. 2012. Portal líder en Agricultura. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cebollas-cebolla-temprana-cebolla-tarida-allium-cepa.htm>. Consultado el 06 de Marzo del 2014.
45. INIA. 2010. Cultivos Andinos. Disponible en: [www.inia.gob.pe/cultivosandinos/zonas.htm](http://www.inia.gob.pe/cultivosandinos/zonas.htm). Consultado el 03 de Marzo del 2014.
46. INIA. 2013. Año Internacional de la Quinoa. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/ano-internacional-de-la-quinoa>. Consultado el 07 de Marzo del 2014.
47. Kamishikiriyo, I. y Olivares, R. 1983. Investigación científica y tecnológica en mezclas vegetales enriquecidas de alto valor nutritivo. Derivados de la Soya. Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial. Lima. Perú.
48. Kirk, R, y Sawyer, R. 1988. Composición y Análisis de Alimentos. Pearson. Edit. Continental. México.

49. Klaus, L. 1980. Cereal sprouts; composition nutritive value, foods application. Critical review in F. Sci and Nut. 13(4):354-384.
50. Lancaster, J. E. y Boland M.J. 1990. Flavour Biochemistry. En: Breswter J.L. and Rabinowitch. Onions and Allied Crops. Ed. CRC. Press, Inc. Boca Raton,FL, vol 3 33-72.
51. Latham M. 2002. Nutricion Humana en el Mundo en Desarrollo. Univesidad de Cornell. Ithaca, Nueva York, Estaos Unidos.
52. Lentil Council. 2013. Blogspot. Disponible en: <http://www.lentejas-usa.com/index.html>. Consultado el 07 de marzo del 2014.
53. Lescano, J.L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.
54. Lizardo R. 1997. Exploration de l'adaptation de la capacité digestive du porcelet après le sevrage: effects des facteurs antinutritionnels et des polysaccharides non amilacés sur l'activité des enzymes, la digestibilité et les performances zootéchniques. Thèse de Doctorat. France: Université de Rennes I.
55. Low A. 1976. *Digestion and absorption of nutrients in growing pigs. Proc Nutr Soc*; 35:57-62.
56. Makkar H. 2003. Recent advances in vitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources.
57. Malteurop. 2008. Malteado de cebada. Disponible en: <http://es.malteurop.com/nuestra-actividad/maltas/malteado>. Consultado el 06 de Marzo del 2014.
58. Mathew, J., Cherian, M., y Abraham, K..1978. *Piper nigrum L., a new host of Xanthomonas betlicola Patel et al. Curr Sci. Bangalore, Current Science Association.* v. 47(24) p. 956-957. ill.
59. MINAGRI. 2014. Ministerio de Agricultura y Riego. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/portal/>. Consultado el 18 de abril del 2014.
60. Morón, C. 1999. Importancia de los cultivos andrinos en la seguridad alimentaria y nutrición. En Memoria de la Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. FAO-CIP-Universidad San Agustín y Universidad Nacional del Altiplano. Lima, Perú.

61. Mujica, A. 1983. Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 70-76.
62. Mujica, A. 1996. Genetic Resources of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). FAO. Roma, Italia.
63. Muñoz, L., Monteros, C. y Montesdeoca, P. 1990. A cocinar con quinua. Publ. Miscel. No. 55. EE. Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. pp. 7-120.
64. Multon J. L. 1988. Aditivos y auxiliares de fabricación en las Industrias Agroalimentarias. Editorial Acribia SA, Zaragoza.
65. Nelson, D. 1968. Taxonomy and origins of *Chenopodium quinoa* and *Chenopodium nuttalliae*. Ph. D. Thesis, Indiana University, U.S.A.
66. Nieto, A. 1984. Efecto del Malteo sobre la Composición Química de la Quinoa. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
67. NTP. NORMA TECNICA PERUANA. Sopas y Cremas deshidratadas- Requisitos 209.037:1974. Perú.
68. OMS. 1985. *Energy and protein requirements*. Report of a Joint FAO/OMS/UNU Expert Consultation, Roma, 5 October 1981. OMS Technical Report Series N° 724. Ginebra, Suiza.
69. OMS. 1995. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. OMS Technical Report Series N° 854. Ginebra, Suiza
70. Ortega, L.M. 1992. Usos y valor nutritivo de los cultivos andinos. INIA. PICA. Puno, Perú. pp. 23-120.
71. Pacheco, E. 2001. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de plátano verde, digestibilidad in vitro del almidón, Acta Cien.Ven., 52: 278-282.
72. Pitt, M. 1982. Food Preferences and Nutrition in Rural Bangladesh. Review of Economics and Statistics. February. Vol. 65. Pp.105-114.
73. Quinde, Z. 1995. Determinación de Parámetros de Malteo y su Efecto en la Composición Química de la Kiwicha. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
74. Rahman, K. 2003. Garlic and aging: new insights into an old remedy. Ageing Research Reviews, 2, 1: 57-93.
75. Randle, W. 1992. Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bulb pungency. Euphytica 59:151-156.



76. Ramos Galván, R. 1987. Desnutrición y Crecimiento Físico. Bol. Méd. Hosp. Infantil. México.
77. Román, P. R. 2000. Efecto de iones y otros factores físicos sobre la germinación de semillas. Journal of the Mexican Chemical Society num. Julio -septiembre, pp. 233-236.
78. Romeo, M., Escobar, B., Masson, L., Mella, M.1983. Composición química de harina de leguminosa cruda y precocida Rev. Alimen. 8(1):3-10.
79. REDESA-Redes Sostenibles Para La Seguridad Alimentaria. 2007. Informe de consultoría en Desarrollo Económico (2003-2005). Perú.
80. Repo-Carrasco, Ritva. 1992. "Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil". Lima-Perú.
81. Rivera, R. 1995. Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y Perspectivas de su Desarrollo. Editorial Minerva. Lima, Perú. 417 p.
82. Risi, J. 1991. La investigación de la quinua en Puno. Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Proyecto de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACIDI-CIID-INIAA. Lima, Perú. pp 209-258.
83. Roman, R. 2000. Efecto de iones y otros factores físicos sobre la germinación de semillas. Journal of the Mexican Chemical Society, vol. 44, núm. 3, julio -septiembre, 2000, pp. 233-236, Sociedad Química de México. México.
84. Salvador M., Miras F., Álvarez, J.2001. Psicología de la educación y el desarrollo en la edad escolar. Grupo Universitario. Granada.
85. SERPAR- SERVICIOS EDUCATIVOS PROMOCIÓN Y APOYO RURAL. 2005. Metodología de capacitación del proyecto IPROVACC - Recomendaciones técnicas para mejorar los cultivos de maíz, papa, arveja y haba. Huancayo, Perú.
86. Silerio, A. y Gómez, P. 2003. Los Germinados. Disponible en: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>. Consultado el 18 de febrero del 2014.
87. SpillarI, M., Garcia A. y Bressani R. 1989. Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales de las hojas de amaranto (*Amaranthusspp.*) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico. En: El amaranto y su potencial. Boletín N° 4. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala.
88. Srimal R. 1997. *Turmeric: a brief review of medicinal properties*. Fitoterapia, 68(6): 483-493.

89. Srinivas L, Shalini VK, Shylaja M. 1992. Turmerin: a water soluble antioxidant peptide from turmeric (*Curcuma longa*). *Arch Biochem Biophys*, 292(2): 617-623.
90. Tapia, M.G 1997. Cultivos Andinos y sub.-explotados y su Aporte en la Alimentación. Oficina Regional de la F.A.O para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
91. Tapia, M. y O. Blanco. 1981. La producción de los granos andinos nativos y su aporte a la alimentación en el Perú (quinua, kañiwa, tarwi y kiwicha). En: Curso sobre manejo de la producción agraria en laderas. Ministerio de Agricultura. IICA. Serie y recomendaciones de eventos técnicos, N° 235. Huaraz, Perú.
92. Torres, H. y Minaya, I. 1980. Escarificadora de quinua diseño y construcción. Instituto Americano de Ciencias Agrícolas. Lima.
93. Vaca, R. 2001. Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja en Santa Martha de Cuba. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.
94. Villezca, P. y Martínez, I. 2001. Importancia del consumo de carnes, pescados y mariscos en la alimentación en México. Efectos del ingreso y factores socioeconómicos sobre su gasto. Centro de Investigaciones Económicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Vol. XX. Número 2. Noviembre. pp: 1-52.
95. Vivas, M. 1979. Estudio Técnico para la Obtención de una mezcla precocida para consumo humano. Tesis U.N.A. La Molina. Lima. Perú.
96. Urbano, López, Gómez y Aranda. 2004. *Nutritional assessment of raw and germinated pea (Pisum sativum L.), protein and carbohydrate by in vitro techniques. Nutrition. USA.*
97. Watts B.M., G.L. Ylimaki, L.E. Jeffery y L.G. Elias. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID.Otawa. Canadá.
98. Witting E., Bunger T., A., Serrano V., L. 2000. Entrenamiento de paneles sensoriales constituidos por niños. *ALAN* 50 (1) ,19:25.
99. Yacovleff, E. y Herrera. 1943. El mundo vegetal de los antiguos peruanos. *Revista del Museo Nacional*. Lima- Perú. pp. 24.
100. Young, R. y Pellett L.. 1994. *Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. Clin Nutr*; 59: 1203S-1212S

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: CALCULO DEL PORCENTAJE PROTEICO EN LAS 3 FORMULACIONES USADAS

La proteína bruta se calcula indirectamente por la cantidad de amoniaco valorado y la utilización de un factor de conversión de porcentaje de nitrógeno a proteína. Según Bernal (1993) en el análisis de alimentos corresponde a un valor de 6.25 el cual varía según la ponderación del tipo proteico más abundante en el alimento, esto depende de la naturaleza química de las proteínas.

Es decir se utiliza de forma general:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{VHCl} - \text{Vblanco}) \times \text{N} \times 1.4007 \times 6.25}{(\text{Peso muestra en g})}$$

Donde:

- V HCl: Volumen de gasto de ácido en mL de las muestras.
- V Blanco: Volumen de gasto de ácido en mL del blanco.

Se procedió a estimar la cantidad de proteína de la muestra de las formulaciones de sopa deshidratadas, obteniéndose lo siguiente.

Muestra	Peso	Gasto HCL	% Proteína
F1	0.3078	4.3	11.61
F2	0.3072	3.9	10.55
F3	0.3059	3.7	10.05

Formula 1:

$$\begin{aligned} \mathbf{F1} & \quad (\text{N Hcl x } 1.4 / \text{W}) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad (4.3 * 1.4 / 0.3078) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad \quad \quad 11.61 \end{aligned}$$

Formula 2:

$$\begin{aligned} \mathbf{F2} & \quad (\text{N Hcl x } 1.4 / \text{W}) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad (3.9 * 1.4 / 0.3072) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad \quad \quad 10.55 \end{aligned}$$

Formula 3:

$$\begin{aligned} \mathbf{F3} & \quad (\text{N Hcl x } 1.4 / \text{W}) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad (3.7 * 1.4 / 0.3059) * 0.095 * 6.25 \\ & \quad \quad \quad 10.05 \end{aligned}$$

## ANEXO 2: FORMATO DE EVALUACIÓN DE GRADO DE SATISFACCIÓN

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo:

Femenino
----------

Masculino
-----------

Marca con un X la opción que más representa lo que te pareció la Sopa tipo crema.

### Muestra 1

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

### Muestra 2

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

### Muestra 3

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

### ANEXO 3: RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

En el Cuadro 29 se muestra el resultado de las evaluaciones que se realizó a los niños de 10 a 13 años de edad.

**Cuadro 29. Resultados de evaluación sensorial- Prueba Hedónica con puntaje**

Panelistas	F1	F2	F3	SUMA
1	3	4	5	12
2	3	4	5	12
3	3	5	5	13
4	4	4	5	13
5	3	5	5	13
6	3	4	5	12
7	4	3	4	11
8	5	4	4	13
9	4	3	4	11
10	5	4	5	14
11	4	5	5	14
12	4	5	4	13
13	3	4	5	12
14	2	4	5	11
15	4	3	5	12
16	5	3	4	12
17	1	4	4	9
18	2	3	4	9
19	3	3	4	10
20	4	3	4	11
21	4	4	4	12
22	3	4	3	10
23	3	4	3	10
24	3	3	4	10
25	4	4	4	12
26	4	4	5	13
27	4	4	5	13
28	2	3	5	10
29	3	4	5	12
30	3	4	5	12

31	2	3	4	9
32	3	3	4	10
33	4	3	4	11
34	3	5	4	12
35	4	3	5	12
36	3	4	5	12
37	3	4	5	12
38	3	4	5	12
39	2	4	5	11
40	4	5	5	14
41	4	3	5	12
42	3	4	5	12
43	2	4	3	9
44	3	4	4	11
45	4	5	4	13
46	2	4	5	11
47	2	4	5	11
48	3	4	4	11
49	4	5	4	13
50	3	4	5	12
51	3	4	5	12
52	4	4	5	13
53	4	4	5	13
54	4	5	5	14
55	3	5	5	13
56	3	4	5	12
57	4	5	5	14
58	3	4	5	12
59	4	4	5	13
60	4	4	5	13
Total	199	237	274	710

Luego de obtener los resultados debido a que se realizó una escala de preferencia ampliada y esta es una prueba no paramétrica debido a que fue un panel no entrenado y además hubo empates en los resultados entonces se procedió a dar valores del 1 al 3 y en caso de empate

el valor promedio entre los empates. A continuación se muestra el cuadro No-13 que muestra los nuevos órdenes y luego ya se puede proceder a realizar la prueba de Friedman.

**Cuadro 30: Ponderación de las calificaciones dadas en la evaluación sensorial**

Panelistas	F1	F2	F3
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2.5	2.5
4	1.5	1.5	3
5	1	2.5	2.5
6	1	2	3
7	2.5	1	2.5
8	3	1.5	1.5
9	2.5	1	2.5
10	2.5	1	2.5
11	1	2.5	2.5
12	1.5	3	1.5
13	1	2	3
14	1	2	3
15	2	1	3
16	3	1	2
17	1	2.5	2.5
18	1	2	3
19	1.5	1.5	3
20	2.5	1	2.5
21	2	2	2
22	1.5	3	1.5
23	1.5	3	1.5
24	1.5	1.5	3
25	2	2	2
26	1.5	1.5	3
27	1.5	1.5	3
28	1	2	3
29	1	2	3
30	1	2	3



31	1	2	3
32	1.5	1.5	3
33	2.5	1	2.5
34	1	3	2
35	2	1	3
36	1	2	3
37	1	2	3
38	1	2	3
39	1	2	3
40	1	2.5	2.5
41	2	1	3
42	1	2	3
43	1	3	2
44	1	2.5	2.5
45	1.5	3	1.5
46	1	2	3
47	1	2	3
48	1	2.5	2.5
49	1.5	3	1.5
50	1	2	3
51	1	2	3
52	1.5	1.5	3
53	1.5	1.5	3
54	1	2.5	2.5
55	1	2.5	2.5
56	1	2	3
57	1	2.5	2.5
58	1	2	3
59	1.5	1.5	3
60	1.5	1.5	3
Total (Ri)	84	117.5	158.5

Hipótesis:

Ho: No existe diferencias significativas entre preferencia por el sabor de las muestras de sopa deshidratada.

Ha: Al menos una de las muestras de sopa deshidratada presenta una preferencia por el sabor superior o inferior.

Verificación:

Cuyo objetivo es definir si los panelistas usaron bien la prueba preferencia ampliada u ordenamiento, es decir si ordenaron las muestras empleando un total de ordenes equivalente al total de las muestras a evaluar sin repetir.

$$R = \frac{N \cdot K(K+1)}{2}$$

Dónde: N= Numero de panelistas o bloques

K= Numero de muestras o tratamientos

Reemplazando valores tenemos:

$$84 + 117.5 + 158.5 = \frac{60 \cdot 3(3+1)}{2}$$

$$360 = 360$$

Ya cuando se ha verificado el buen uso de la prueba entonces se procede a la aplicación de la Prueba no paramétrica de Friedman

a) Calculo estadístico de Friedman ( $\chi_r^2$ )

$$\chi_r^2 = \frac{12}{N \cdot k(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3N(k+1)$$

Dónde: N=Numero de panelistas o bloques

K=Numero de muestras o tratamientos

$\sum_{i=1}^k R_i^2$  =Sumatoria del cuadrado total de rangos asignados para cada tratamiento

Reemplazando:

$$X_r^2 = \frac{12 \cdot (84^2 + 117.5^2 + 158.5^2) - 3 \cdot 60(3+1)}{60 \cdot 3(3+1)}$$

$$X_r^2 = 46.40$$

Calculo del estadístico tabular  $X^2$

Siendo  $\alpha = 0.05$ , entonces el valor de tabla es:

$$X^2_{2(k-1)gl, 1-\alpha} = X^2_{2(2)gl, 0.95} = 5.991$$

Entonces si se compara el valor experimental que fue de 46.40 y el valor tabular que fue de 5.991 diremos entonces que el que se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ .

Conclusión: Por lo tanto como conclusión tenemos que las evidencias muestrales indican que al menos una de las muestras de sopa deshidratada presenta una preferencia por el sabor superior o inferior.

Luego pasamos a realizar la Prueba de Comparación de Friedman

$$|R_i - R_j| = t^* \sqrt{2 \cdot N(A_2 - B_2 / (N - 1)(K - 1))}$$

Donde:

$$t(1-\alpha/2, (N-1) \cdot (K-1)gl) = t(1-0.05/2, (59 \cdot 2)gl) = 1.98$$

$$A_2 = \sum_{i=1}^K R_j^2 = 820.5; \text{ cuando hay empates}$$

$$B_2 = \sum_{i=1}^k R_i^2 / N = 766.40$$

Entonces,  $|R_i - R_j| = 14.68$

Obteniendo las comparaciones de los tratamientos y ordenándolos:

$$R_1 = 84 \quad R_2 = 117.5 \quad R_3 = 158.5$$

Diferencias Totales	Valor critico de Friedman	Resultado
$IR_i - R_j I$	$t \sqrt{2 * N(A_2 - B_2 / (N - 1)(K - 1))}$	
$IR_1 - R_2 I = 33.5$	14.68	*
$IR_1 - R_3 I = 74.5$	14.68	*
$IR_2 - R_3 I = 41$	14.68	*

\* = no significativo

Se llega a la conclusión de que existe diferencias significativas entre las tres muestras en cuanto al sabor con un nivel de confianza al 5% de donde se puede decir que los valores de ordenamiento para la muestra F3 fue la mayor ya que recibió el mejor puntaje entre los panelista dado a que en el puntaje 5 fue para la más preferida y 1 para la menos preferida con respecto al sabor.

#### ANEXO 4: FIGURAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SOPA DESHIDRATADA.

En la figura 15 se muestra el acondicionamiento al cual se sometió la quinua, para poder realizar la germinación.



**Figura 15: Acondicionamiento de la Germinación**

En la figura 16 se muestra las etapas de la germinación de la quinua, teniendo la fase de inicio, intermedia y la final.



a) Inicio



b) Intermedia



c) Final

**Figura 16: Etapas del proceso de germinación**

En la figura 17 se realiza muestra el proceso de secado por el cual fueron sometidas las



a) Granos germinados



b) Durante el  
secado



c) Granos secos

**Figura 17: Proceso de secado.**

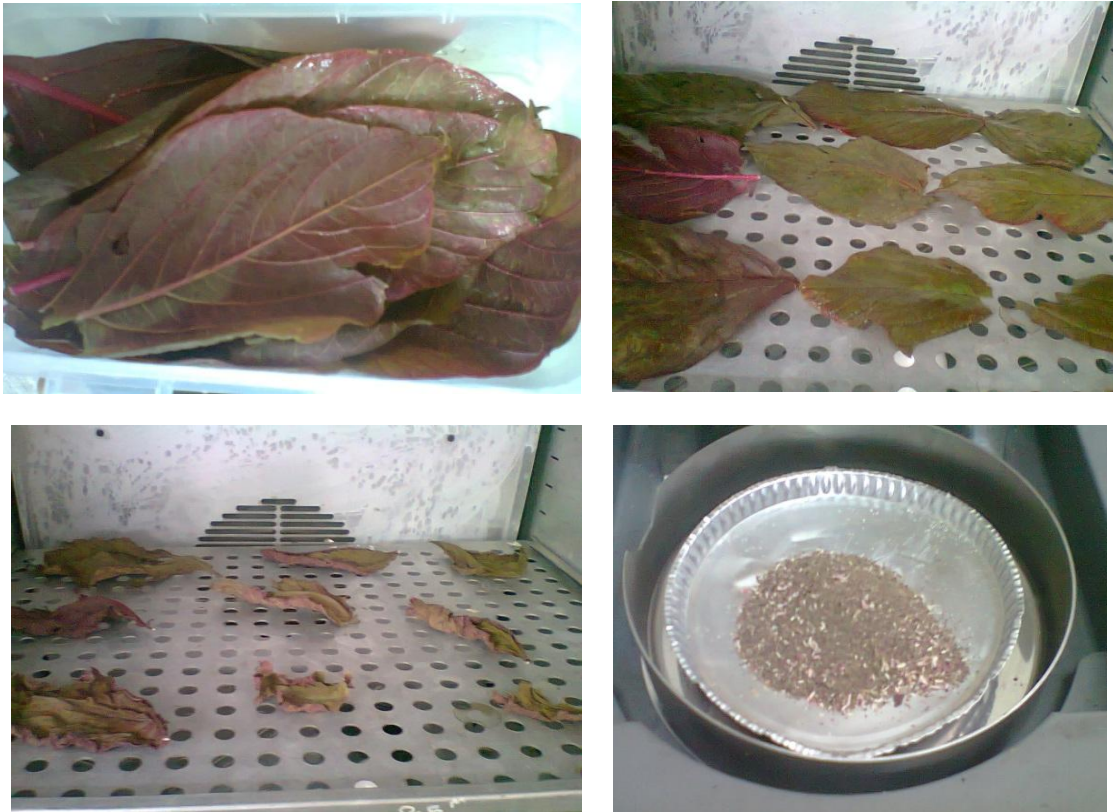
En la figura 18 se puede observar la harina de arveja que fue utilizada en la preparación de la formulación de sopa deshidrata.



**Figura 18: Harina de arveja**

En la figura 19. Se puede observar el Proceso de Secado de las Hojas de quinua que fueron utilizadas para realizar la formulación de la sopa deshidratada.

En la primera imagen se observa las hojas frescas lavadas y desinfectadas, la segunda imagen muestra las hojas cuando ya se encuentran en la estufa, la tercera imagen nos muestra las hojas secas y finalmente las hojas molidas.



**Figura 19: Proceso de Secado de Hojas de quinua**

La figura 20 muestra el proceso de por el cual se realizó el cálculo de la proteína en la sopa deshidratada formulada.



**Figura 20: Evaluación Proteica**

La figura 21 nos muestra las tres formulaciones que se realizaron F1, F2 y F3, listas para consumir.



**F1**

**F2**

**F3**

**Figura 21: Sopa Deshidratada**