

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROPIEDADES NUTRICIONALES DE PAN ELABORADO  
CON HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), QUINUA  
(*Chenopodium quinoa W.*), KIWICHA (*Amaranthus caudatus*),  
Y SOYA (*Glycine max.*)”**

**AUTOR: LIDA CARMEN SANEZ FALCON**

(PERIODO DE EJECUCION: Del 01/01/2017 al 31/12/2018)

(Resolución de aprobación N° 108 -2017-R.)

**CALLAO - 2018**

**PERU**

# I ÍNDICE

	<b>Pagina</b>
I <b>ÍNDICE</b>	1
Índice de cuadros	3
Índice de figuras	5
II <b>RESUMEN</b>	6
<b>ABSTRACT</b>	7
III <b>INTRODUCCIÓN</b>	8
3.1 La exposición del problema y objetivos de la investigación	8
3.1.1 Problema General	8
3.1.2 Problemas Específicos	8
3.1.3 Objetivo General	9
3.1.4 Objetivos Específicos	9
3.2 La importancia y la justificación de la investigación.	9
3.2.1 Importancia de la investigación	9
3.2.2 Justificación de la Investigación	10
IV. <b>MARCO TEORICO</b>	11
4.1 Antecedentes	11
4.2 Marco teórico	13
4.2.1 Quinoa	13
4.2.2 Kiwicha	18
4.2.3 Soya.	23
4.2.4 Trigo	26
4.2.5 El Pan	34
4.3 Definición de términos básicos	38
4.4 Evaluación Sensorial	39
V. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	40
5.1 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS INSUMOS.	40
5.1.1 Materia prima.	40
5.1.2 Ingredientes y/o aditivos.	40
5.1.3 Equipos. 405.1.4 Reactivos y material de laboratorio	40
5.2 POBLACION Y MUESTRA	42

5.2.1	Población.	42
5.2.2	Muestra	42
5.3	TECNICAS DE PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	42
5.3.1	Análisis de materia prima y producto elaborado	42
5.3.2	Análisis físicos y sensoriales del producto elaborado	43
5.3.3	Análisis estadístico	43
5.3.4	Diseño de mezcla porcentaje de sustitución	43
5.4	METODOS DE ANALISIS	44
5.4.1	Análisis fisicoquímico de las harinas. (Proximal)	44
5.4.2	Análisis fisicoquímico, sensorial del producto elaborado	44
5.4.3	Metodología Experimental	48
5.4.4	Diseño experimental	48
5.4.5	Valor nutricional de los panes elaborados.	51
5.4.6	Formulación para la elaboración de los panes	52
5.4.7	Proceso de elaboración de pan.	52
5.4.8	Procesamiento de datos	56
5.5	Tipo de investigación.	56
VI	RESULTADOS	57
6.1	Análisis físico químico de la harina de trigo, harina de quinua, harina kiwicha y harina de soya	57
6.2	Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya	58
6.3	Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla	58
6.4	Evaluación sensorial	61
6.5	Evaluación de contenido proteico del pan elaborado	62
VII	DISCUSIÓN	66
7.1	Contrastación de la hipótesis	66
7.2	Contrastación de la hipótesis con estudios similares	67
VIII	CONCLUSIONES	71
IX	RECOMENDACIONES	72
X.	REFERENCIALES	73
	APÉNDICE	82
	ANEXO	94

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro N° 4.1 Análisis proximal y contenido de sales minerales de la quinua	15
Cuadro N° 4.2 Análisis proximal de trigo y algunos granos andinos, (g/100g)	16
Cuadro N° 4.3 Valores nutricionales de la quinua y otros alimentos	16
Cuadro N° 4.4 Contenido de aminoácidos en granos andinos y el trigo (mg Aminoácidos /g de proteínas)	17
Cuadro N° 4.5 Contenido de aminoácidos en la quinua, trigo, avena y maíz (mg/100g proteína)	17
Cuadro N° 4.6 Composición química y valor nutricional de la quinua	17
Cuadro N° 4.7 Composición química de la semilla de kiwicha	20
Cuadro N° 4.8 Composición química y valor nutricional de la kiwicha cruda y tostada en 100 g	21
Cuadro N° 4.9 Valor nutricional de la kiwicha y otros cereales	21
Cuadro N° 4.10 Contenido de aminoácidos de la kiwicha cruda y tostada (g / 100 g de proteína)	22
Cuadro N° 4.11 Parámetros físico químico, nutricional y microbiológico de la harina de soya	24
Cuadro N° 4.12 Composición del grano de soya	25
Cuadro N° 4.13 Valor nutricional de diferentes porciones de alimentos	25
Cuadro N° 4.14 Contenido de aminoácidos de la harina de soya	26
Cuadro N° 4.15 Producción de los principales cultivos por producto 2013-2017	29
Cuadro N° 4.16 Principales componentes del trigo (análisis proximal)	29
Cuadro N° 4.17 Contenido de nutriente y calorías de trigo y cebada x 100g	30
Cuadro N° 4.18 Contenido de aminoácido en, harina, germen, trigo entero y salvado	31
Cuadro N° 4.19 Composición de la harina de trigo por cada 100 g	32
Cuadro N° 4.20 Nutrientes de la harina de trigo (por 100 g de producto)	33
Cuadro N° 5.1 Normas sanitarias microbiológicas para harinas	47

Cuadro N° 5.2 Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harinas Sucedáneas	50
Cuadro N° 5.3 Formulación para el proceso de panificación	52
Cuadro N° 6.1 Análisis proximal de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya	57
Cuadro N° 6.2 Contenido de análisis proximal de la mezcla de harinas según el diseño experimental de Mezcla (g/100g muestra)	57
Cuadro N° 6.3 Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya	58
Cuadro N° 6.4 Contenido de análisis proximal del pan elaborado según el Diseño experimental de Mezcla (g/100g muestra)	59
Cuadro N° 6.5 Propiedades físicas del pan elaborado según diseño experimental de mezcla	60
Cuadro N° 6.6 Análisis microbiológico del pan elaborado según el diseño Experimental de mezcla	60
Cuadro N° 6.7 Prueba con mejor evaluación sensorial y análisis proximal	61
Cuadro N° 6.8 Promedio de atributos de la evaluación sensorial prueba Escala hedónica	61
Cuadro N° 6.9 Pruebas con mayor aceptabilidad según la evaluación sensorial	62
Cuadro N° 6.10 Contenido de proteína y humedad de pan elaborado	63
Cuadro N° 6.11 Mezcla optima según evaluación estadística	64
Cuadro N° 6.12 Análisis Proximal del pan elaborado con mezcla óptima Según evaluación estadística	65



## INDICE DE FIGURAS

	Nº PAGINA
Figura N° 4.1 Cultivo de quinua	14
Figura N° 4.2 Quinoa perlada y en hojuelas	18
Figura N° 4.3 Plantación de kiwicha	19
Figura N° 4.4 Planta y fruto de soya	23
Figura N° 4.5 Harina de soya	24
Figura N° 4.6 Plantación, grano de trigo y desarrollo histórico del trigo	27
Figura N° 4.7 Diagrama de bloques de elaboración de pan método directo	35
Figura N° 5.1 Balanza de humedad	45
Figura N° 5.2 Equipo de kjeldahl	45
Figura N° 5.3 Equipo mufla	46
Figura N° 5.4 Metodología experimental	49
Figura N° 5.5 Mezcladora amasadora	52
Figura N° 5.6 Diagrama de bloques del procesamiento del pan	54
Figura N° 5.7 Proceso de fermentación y horno	55
Figura N° 5.8 Enfriamiento del pan elaborado	56
Figura N° 6.1 Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla	58
Figura N° 6.2 Panes cortados elaborados según el diseño experimental de mezcla	59
Figura N° 6.3 Graficas de residuos para % proteínas	63
Figura N° 6.4 Mezcla óptima según evaluación estadística	64
Figura N° 6.5 Pan Elaborado Con La Mezcla Óptima De Harinas Según Método Estadístico	65



## II RESUMEN

En el presente trabajo se elaboraron panes con la sustitución parcial de harina de trigo por harinas de quinua, kiwicha y soya, con el objetivo de obtener panes con alto valor nutritivo. Para determinar las proporciones de sustitución de harinas se utilizó un método estadístico MINITAB VS 17 del diseño de mezclas de vértices en los extremos dando como resultado nueve mezclas, se realizaron el análisis proximal de cada harina, de las nueve mezclas de harinas correspondientes y de los panes elaborados. En la elaboración del pan se utilizó el método de panificación directo realizando las siguientes operaciones: pesado, mezclado, amasado, división, formado, fermentación, horneado y enfriado.

Para la aceptabilidad de los panes de las diferentes mezclas se utilizó el análisis sensorial método hedónico y para evaluar las propiedades nutritivas, se utilizó el MINITAB Vs. 17. De la evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales se deduce que la mezcla de 73% de harina de trigo y 9 % de cada una de las harinas de quinua, kiwicha y soya tuvo la mayor aceptabilidad, cuyas propiedades nutricionales del producto elaborado fueron: 13.48 % de proteína, 6.11% grasa, 0.85 % fibra, 25.61% de humedad y 50.74 % carbohidratos. Se utilizó el MINITAB Vs 17 para determino la mezcla óptima de las harinas de 70% harina de trigo, 13.4% harina de quinua, 5% harina de kiwicha y 11.6% harina de soya y el contenido óptimo de proteína de 14.50%. Se elaboró el pan con estas proporciones, obteniéndose un producto con 13.78% de proteína y según la evaluación sensorial tuvo muy buena aceptabilidad.

**Palabras clave:** Harinas sucedáneas, harina de quinua. Kiwicha, soya, pan

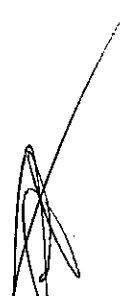


## ABSTRACT

In the present work were prepared breads with the partial replacement of wheat flour by quinoa flour, amaranth, and soybeans, with the aim of obtaining breads with high nutritional value. To determine the proportions of flour substitution was used a MINITAB VS 17 statistical method of the design of mixtures of vertices at the ends resulting in nine mixtures, were the proximate analysis of each meal, nine mixtures of relevant and elaborate bread flours. In the preparation of the bread was used the direct method of baking by performing the following operations: heavy, mixing, kneading, division, shaped, fermentation, baked and cooled.

Sensory analysis hedonic method was used for the acceptability of the breads of different mixtures and the MINITAB was used to evaluate the nutritional properties, vs.. 17. The evaluation of the physico-chemical and sensory properties suggests that the mixture of 73% of wheat flour and 9% each of soy, amaranth, and quinoa flours had greater acceptability, whose nutritional properties of the product were: 13.48% p roteina, 6.11% fat, 0.85% fiber, 25.61% humidity and 50.74% carbohydrates. Used MINITAB Vs 17 to determine the optimal mix of 70% flours wheat flour, 13.4% flour, quinoa, 5% of amaranth flour, 11.6% soy flour and optimum content of protein of 14.50%. He was bread with these proportions, resulting in a product with 13.78% of protein and sensory assessment had very good acceptability.

**Key words:** Surrogate flour, quinoa flour. Amaranth, soy, bread





### III INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se sustituyó harina de trigo por harinas de quinua, kiwicha y soya, y lograr obtener una mezcla con el porcentaje adecuado de cada una de las harinas con la finalidad de **obtener** un pan de alto contenido proteico. Todos tenemos conocimiento que el pan es un alimento que es consumido por los niños, jóvenes y adultos y lo consumen con agrado, y en barrios o en las zonas de condiciones económicas precarias, es muchas veces el único alimento del día que tienen acceso, por ser un producto relativamente barato. El producto elaborado con alto contenido nutricional, estará orientado para su consumo principal en los comedores populares, comedores estudiantiles, y de esta manera mejorar la calidad de la dieta y resolver en parte el grado de desnutrición de los niños, especialmente a los que están en edad escolar y en la población rural donde la pobreza y la desnutrición son más elevados.

#### **3.1 La exposición del problema y objetivos de la investigación**

##### **3.1.1 Problema General**

¿Cuál será la mezcla adecuada de harina de quinua, kiwicha y soya como sustitución parcial de la harina de trigo, para la elaboración de pan con alto contenido nutricional?

##### **3.1.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son las características físico química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya?
- ¿Cuál es el porcentaje a utilizar de las diferentes harinas en la elaboración de pan de alto contenido nutricional?
- ¿Cómo evaluar la calidad físico-química, sensorial y microbiológica del pan de alto contenido nutricional, elaborado con la mezcla de las harinas?

### **3.1.3 Objetivo General**

Elaborar pan con alto contenido nutricional, utilizando mezcla de harina de quinua, kiwicha y soya como sustituto parcial de la harina de trigo.

### **3.1.4 Objetivos Específicos**

- Determinar las características físico química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya
- Determinar el porcentaje a utilizar de las diferentes harinas en la elaboración de pan de alto contenido nutricional.
- Determinar las características físico-química, sensorial y microbiológica del pan de alto contenido nutricional, elaborado con la mezcla de las harinas

## **3.2 La importancia y la justificación de la investigación.**

### **3.2.1 Importancia de la investigación**

El pan es uno de los alimentos básicos que constituye la base de la alimentación del hombre de todas las civilizaciones, debido a sus características nutritivas y precios bajos, si se compara con otros alimentos.

El pan es el alimento consumido masivamente por la población en especial de los niños y jóvenes, por lo que es importante que este alimento sea de alto contenido proteico.

La forma más adecuada para mejorar la calidad de este alimento consiste en mezclar productos de cereales con leguminosas. El presente proyecto de investigación nos permitirá obtener un pan con la sustitución de la harina de trigo por otros granos en especial granos andinos que mejorara el valor nutritivo del pan. El cual favorecerá la buena alimentación de los consumidores en especial de los niños, desde el punto de vista de productos proteicos, consiguiendo de esta manera la disminución de los niveles de desnutrición de nuestros niños

Los granos andinos como la quinua, kiwicha tienen un alto contenido de proteínas del mismo modo la soya convirtiéndose en una excelente fuente de proteínas, por otro lado el consumo de éstas leguminosas fomentara el mayor



cultivo y por ende el bienestar de los agricultores, que la mayoría de estos pertenecen a las zonas andinas de recurso económicos muy bajos.

### **3.2.2 Justificación de la Investigación**

En muchos países del mundo como en el Perú, el pan es uno de los alimentos básicos que se consume varias veces al día y es el acompañante ideal de todas las comidas. El ingrediente principal es el trigo que tiene un contenido proteico relativamente bajo del mismo modo el contenido de aminoácidos esenciales.

El trigo que se emplea en la industria de panificación a nivel nacional, deben ser enriquecidas, y por lo general lo realizan con insumos químicos, para evitar el uso de insumos químicos el presente proyecto plantea la utilización de productos naturales como la quinua, kiwicha y soya para el mejoramiento de la harina de trigo y por ende un pan elaborado con alto contenido proteico.

La sustitución de la harina de trigo con quinua, kiwicha y soya permitirá mejorar el valor nutritivo del pan, ahorro de divisas por menor importación de trigo y dar impulso a la agricultura local por la generación de una demanda cada vez mayor de estos productos.

El valor nutricional que tenga el producto, será un aumento en la cantidad de proteína, consiguiendo que la mezcla de las harinas brinde las mejores características físicas y sensoriales apropiadas del pan.



## IV. MARCO TEORICO

### 4.1 Antecedentes

Desde 1970 según la bibliografía en nuestro país se viene estudiando el uso de harinas sucedáneas, y se han propuesto distintas formas de sustitución parcial de trigo.

Delgado (1981) reemplazó la harina de trigo por harina de cebada hasta un 20 %; mejoró el contenido de minerales, pero no se obtuvo alto nivel proteico. Escobedo (1985), utilizó la harina pre cocida de papa en panificación con un 16 % de sustitución obteniendo un 8.5 % de proteínas y 286 calorías. Cárdenas (1991) llega a sustituir hasta el 30% en el producto final de camote rallado crudo con cáscara en la elaboración del pan, mejorando el nivel proteico y aceptabilidad.

Matos-Chamorro, Alfredo; Muñoz-Alegre, Karen Isabel (2010) Realizo la Elaboración de Pan con Sustitución Parcial de Harina Pre Cocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*).

El objetivo de este trabajo fue elaborar un pan con sustitución parcial de harinas pre cocidas de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Se utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución. Los análisis realizados para el producto final fueron contenidos de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. El pan con sustitución parcial de 30% tuvo el contenido de proteína más alto (27.10%). Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura, en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20 % tuvo mayor aceptabilidad.

Mendoza Perez Diana Gloria, Palacios Morales, Félix Nicolás (2013). Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y soja (*Glycine max*)

El objetivo de este trabajo consiste en elaborar y valorar el hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y soja (*Glycine max*); para este fin se enriqueció el pan, planteando dos formulaciones. Materiales y métodos: Se evaluó la cantidad de hierro en la harina de quinua y soja, prueba de aceptabilidad y la valoración de la cantidad de hierro en el producto final, se realizó también a los panes elaborados el análisis proximal, en el Laboratorio Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM). Resultados: Los resultados de hierro en el producto final fueron para la primera formulación 6.2 mg /100 g, segunda formulación 6.0 mg /100 g de producto, mostró diferencia significativa con el contenido de hierro con el pan francés popular. En la prueba de aceptabilidad se apreció mayor aceptación para la primera formulación.

Arroyave Sierra, Carolina Esguerra Romero (2006). Utilización de La Harina De Quinua (*Chenopodium Quinoa Wild*) En el Proceso de Panificación Para este estudio, se utilizó harina de trigo comercial del Molino El Lobo Ltda. y harina de quinua de la empresa Casa Quinua Gourmet; sobre las cuales se analizó la sustitución parcial de trigo por el incremento de proteína en los productos de panificación (pan tipo molde).

Se emplearon análisis fisicoquímicos, reológicos y microbiológicos, para determinar las propiedades de los productos obtenidos en los diferentes tratamientos, de acuerdo a los métodos de la A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemists); I.C.C (Internacional Cereal Chemists); A.A.C.C (American Asociation of Cereal Chemists). Y la I.C.M.S.F (Internacional Comisión On Microbiológico Specifications For Foods) respectivamente. Con estos métodos se evaluó la cantidad de proteína presente en el pan, debido al alto porcentaje proteico que tiene la quinua. Además, se valoró la elasticidad, plasticidad, tenacidad y fuerza, entre otras, para así obtener la mejor sustitución por quinua en la masa panaria.



Se elaboró un pan tipo molde empleando el método estándar de la industria panificadora y con ayuda de un panel sensorial compuesto por 75 catadores no entrenados, se evaluaron las características internas y externas del producto.

## 4.2 MARCO TEORICO

### 4.2.1 Quinoa

La quinoa o quinoa de nombre científico “*Chenopodium quinoa Willd*”, es una planta domesticadas y cultivadas desde épocas prehispánicas (más de 5,000 años), tiene tallos nudosos y velludos de 0.6 a 1.2 metros de alto, flores pequeñas hermafroditas, en racimos o panículas largas con estambres de 2 a 3 estigmas, las semillas están cubiertas por el cáliz que es algo anguloso ver figura N° 4.1 (Tapia M.1979). Es un pseudo cereal perteneciente a la familia Quenopodiácea.

Durante la civilizaciones prehispánicas, la quinoa tuvo una amplia distribución geográfica, que abarcó Sudamérica, (Perú, Bolivia, Colombia, norte de Argentina y Chile); y también fue cultivada por las culturas precolombinas, Aztecas y Mayas en los valles de México. La quinoa en la actualidad se ha expandido su cultivo en diversos países del mundo: Canadá, Europa, Asia y el África, con altos niveles de rendimientos obteniendo resultados aceptables de producción y adaptación

La quinoa es una planta resistente, soporta temperaturas que pueden variar desde -4 °C hasta 38 °C y crecen a humedades relativas de 40% hasta 88% y a más de 3000 metros sobre el nivel del mar.

La quinoa durante el imperio de los Incas, fue uno de los cultivos principales y alimento básico de la dieta de los habitantes y fuente de proteína (Tapia M.1979)

Millán López Edgar. et al. 1972 dice; que la quinoa se cultivó hasta fines del primer tercio del siglo XIX; aproximadamente en los primeros años después de



la conquista no volvieron a sembrar quinua posiblemente como una actitud de resistencia contra el invasor, quienes los obligaba a cultivar maíz, papa y otras cereales que eran la base de la alimentación de los españoles.

El Perú es poseedor de una diversidad genética de quinua tanto silvestre como cultivada, siendo uno de los mayores productores y exportadores, y cuyo cultivo representa un potencial y oportunidad comercial que contribuirá a mejorar la calidad de vida de las poblaciones alto andinas.

### **Clasificación Botánica de la quinua**

La quinua pertenece a la División Fanerógama, Clase Angiospermas, Subclase Dicotiledóneas, Orden Centrospermales, Familia Quenopodiáceas, Género *Chenopodium*

FIGURA N° 4.1  
CULTIVO DE QUINUA



Fuente: Cultivo de quinua de Junín "Quinua el Grano de los Andes"  
[www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1-9-2018

### **Valor nutritivo de la quinua**

La quinua es un alimento muy importante por su valor nutricional, debido al contenido proteico de alta calidad, los 20 aminoácidos que contienen incluyendo los 10 más esenciales que son: Valina, Leucina, Treonina, Lisina, Triptófano, Histidina, Fenilalanina, Isoleucina, Arginina y Metionina.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

CUADRO N° 4.1  
ANÁLISIS PROXIMAL Y CONTENIDO DE SALES MINERALES DE LA QUINUA

Composición	Rango Mínimo-Máximo
Proteína	11,0 a 21,3 g/100g
Humedad	9,4 a 13,4
Lípidos	5 a 8,4
Cenizas	5.7 a 6.5
Carbohidrato	53,5 a 74,3
Fe	2.5 a 19.0 mg/100g
Mg	390 a 640
Zn	22.5 a 14.1
Ca	24 a 150
P	900 a 1500
Na	2 a 41
K	1182 a 1900

Fuente: Tapia, et al 1979

Los aminoácidos que contiene la quinua son mayor que en otros cereales, es competitivo con la proteína animal como la proteína de la carne leche y huevo. Además posee las vitaminas A, C, D, B1, B2, B3, B6 y minerales calcio, hierro, potasio, magnesio, zinc, fosforo, manganeso El contenido de proteínas varía entre 12 y 16%, aunque hay reportes de valores cercanos al 20%. (Morton 2003) En el cuadro N° 4.1, N° 4.2 y N° 4.3 se pueden observar los valores máximos y mínimos del análisis proximal y valor nutricional de la quinua y de otros alimentos.

Los granos andinos se diferencian con otros cereales, en la cantidad de proteínas y calidad que contienen. En el cuadro N° 4.4 se puede observar que el contenido de los principales aminoácidos limitantes es mayor en la quinua en comparación con la del trigo.





CUADRO N°4.2  
ANÁLISIS PROXIMAL DETRIGO Y ALGUNOS GRANOS ANDINOS,  
(g/100g)

Composición	Kiwicha	Quinoa	Cañiwa	Trigo
Proteínas	12,9	11,7	14,0	8,6
Grasa	7,2	6,3	4,3	1,5
Carbohidratos	65,1	68,0	64,0	73,7
Fibra	6,7	5,2	9,8	3,0
Cenizas	2,5	2,8	5,4	1,7
Humedad %	12,3	11,2	12,3	14,5

Fuente: Tapia, et al (1997)

CUADRO 4.3  
VALORES NUTRICIONALES DE LA QUINUA Y OTROS ALIMENTOS

Alimento	Energía Kcal	Proteínas g	Grasa g	Carbohidrato g	Calcio mg	Hierro mg	Fosforo mg
Carne	140	20,21	6,26	0,82	189,7	3,70	6,09
Huevo	132	13,52	7,50	2,49	161,0	3,40	134,00
Leche	60	60,0	2,86	4,62	96,60	0,30	15,90
Queso	365	25,16	26,70	6,03	305,96	0,70	0
Trigo	353	12,14	1,59	72,34	237,30	3,68	0
Kiwicha	382	13,20	7,00	76,50	459,00	6,60	0
Cañiwa	352	14,06	3,88	65,15	361,00	12,80	0
Quinoa	374	12,46	6,32	66,91	275,20	5,70	0

Fuente: Revista Promueve Bolivia (2010) Ministerio de Salud y Deporte

La calidad de la proteína de quinua después del tratamiento térmico (cocción) mejora su calidad debido a que se eliminan los aminoácidos limitantes y se mejora la concentración de aminoácidos. Los procesos del tostado y el expandido, pueden disminuir la disponibilidad de lisina, que es termolábil, disminuyendo su biodisponibilidad. (Magno, 2006)



**CUADRO 4.4**  
**CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN GRANOS ANDINOS Y EL TRIGO**  
 (mg aminoácidos/g de proteínas)

Aminoácido	Quinoa	Cañiwa	Kiwicha	Trigo
Lisina	68	59	67	29
Metionina	21	16	23	15
Treonina	45	47	51	29
Triptófano	13	8	11	11

Fuente: Tapia M, et al (1997)

**CUADRO N° 4.5**  
**CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LA QUINUA, TRIGO, AVENA Y MAÍZ**  
 (mg/100g proteína)

Aminoácido	Quinoa	Trigo	Avena	Maíz
Valina	76	37	50	49
Triptófano	16	6	10	5
Treonina	40	27	36	39
Metionina	18	10	14	16
Cistina	68	26	45	31
Tirosina	41	16	16	14
Fenilamina	79	34	35	27
Lisina	79	15	35	27
Leucina	104	60	68	103
Isoleucina	68	32	24	32

Fuente: Manual para cultivo de quinua CEDEP - Ancash

**CUADRO N° 4.6**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA**

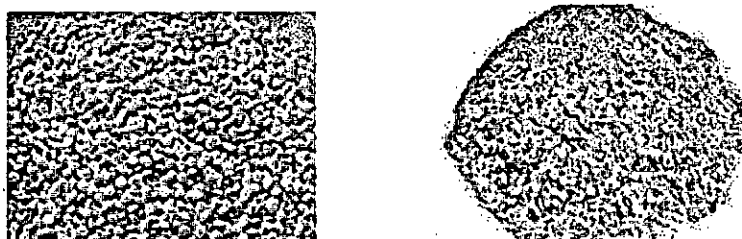
Elemento	Unidad	Quinoa blanca	Harina de quinua
Caloría	Cal	363	341
Agua	g	11,8	13,7
Proteína	g	12,2	9,1
Grasa	g	6,2	2,6
Carbohidrato	g	67,2	72,1
Fibra	g	5,7	3,1
Ceniza	g	2,6	2,5
Calcio	mg	85	181
Fosforo	mg	155	61
Hierro	mg	4,2	3,7
Tiamina B1	mcg	0,20	0,19
Riboflamina B2	mcg	0,15	0,68
Niacina B5	mcg	0,95	

Fuente: Manual para cultivo de quinua CEDEP - Ancash

Los principales productos que se pueden obtener de la quinua son:

**Quinua perlada.** Es el grano de quinua seleccionado y que ha pasado por el proceso de eliminación de la saponina que contiene, por medios físicos químicos y mecánicos, llamado también escarificado. (Figura N° 4.2)

FIGURA N° 4.2  
QUINUA PERLADA Y EN HOJUELAS



Fuente: [www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1-9-2018

**Hojuelas de Quinua.** Quinua en hojuelas es la quinua perlada que ha pasado por un proceso de laminado el espesor puede ser de 0.1 mm a 0.5 mm. Se obtiene haciendo pasar los granos de quinua a presión entre rodillos. Figura N° 4.2 (Magno, 2006)

**Harina cruda de quinua.** Es el producto resultante de la molienda de la quinua perlada, su finura dependerá de la molienda. Se utiliza en panificación, galletería, repostería, etc.

**Harina Tostada de Quinua.** Es el producto resultante de la quinua perlada tostada sometido a un proceso de molienda, se usa en repostería (Magno, 2006)

#### 4.2.2 KIWICHA

El Amaranto (*Amaranthus caudatus*) conocido también con el nombre de Kiwicha, es una variedad que se cultiva en América como en África y Asia. En Sudamérica cultivan en pequeñas parcelas, desde el sur de Colombia hasta el norte de la Argentina. La siembra se realiza en la sierra de Colombia y Ecuador y en los valles interandinos de Perú, México, Bolivia y el norte de la Argentina (Lescano, 1994).



La kiwicha recibe diferentes nombres según las regiones, como kiwicha en el Cusco, achita en Ayacucho, achis en Áncash, coyo en Cajamarca y qamaya en Arequipa. En Bolivia coimi; millmi en Argentina; sangoracha en Ecuador.

La kiwicha, es una planta dicotiledónea de rápido crecimiento, con hojas, tallos y flores moradas, coloración debido a la presencia de betalainas, las flores brotan del tallo principal, y llegan a medir hasta 90 cm. Se desarrolla a una altitud entre los 1.400 y los 2.400 msnm. Actualmente se cultiva en diferentes países del mundo, como en Argentina, Ecuador, Bolivia, Colombia, Guatemala, México en el sur de África y Asia. El Perú es el mayor productor, se cosecha principalmente en los valles interandinos de Cusco, Ayacucho, Arequipa, Ancash y Huancavelica.

FIGURA N° 4.3  
PLANTACIÓN DE KIWICHA



Fuente: [www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1- 9- 2018

#### **Clasificación taxonómica de Kiwicha**

Según la cita de Mujica (2000), la clasificación taxonómica de la kiwicha es como sigue:

- ❖ Reino: Plantae (Vegetal)
- ❖ División: Angiosperma
- ❖ Clase: Dicotiledoneas
- ❖ Orden: Centrospermales
- ❖ Familia: Amaranthaceae
- ❖ Género: Amaranthus
- ❖ Especie: Caudatus, edulis, cuentrus , hipochondriacus

### Valor nutritivo de la kiwicha

El amaranto es una semilla de alto contenido nutricional, por lo que es recomendable para el consumo. Desde el punto de vista energético la kiwicha es mayor que el de otros cereales. El contenido de proteínas varía de 14 a 18%. Por otro lado, estos granos poseen un alto contenido de aminoácidos, como la lisina. Así como las sales minerales calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, y vitaminas E y complejo de vitamina B que contienen son bastante considerables como se pueden observar en los cuadros N°4.7, N°4.8, Su fibra es muy fina y suave, comparada con la del trigo y otros cereales. No es necesario separarla de la harina, porque constituyen una gran fuente de energía.

CUADRO N° 4.7  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE KIWICHA

Parámetro	Semilla de Kiwicha
Humedad	8%
Proteínas	14 – 18 %
Fibra	4.9%
Grasa	7.2%
Cenizas	3 – 3.2 %
Carbohidratos	76.5%

Fuente: Reyes J 2004.

Es importante mencionar que el grano de amaranto no contiene gluten en su composición química, recomendable el consumo para personas que presentan intolerancia a este componente. Se puede observar en el cuadro anterior que los contenidos nutricionales del amaranto son superiores en comparación con otros cereales.



CUADRO N° 4.8  
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA KIWICHA CRUDA  
Y TOSTADA EN100 g

Elemento	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Agua (g)	12,0	0,70
Proteína (g)	13,50	14,50
Grasa (g)	7,10	7,80
Carbohidrato (g)	64,50	74,30
Fibra (g)	2,50	3,00
Ceniza (g)	2,40	2,70
Calorías (cal.)	377	428
Calcio (mg)	236	283
Fosforo (mg)	453	502
Hierro (mg)	7,50	8,10
Tiamina Vit B1 (mcg)	0,30	0,01
Riboflabina vit B2 (mcg)	0,01	0,01
Niacina vit B5 (mcg)	0,40	1,30
Ac. Ascórbico reduc. (mcg)	1,30	0,50

Fuente: Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009

CUADRO N° 4.9  
VALOR NUTRICIONAL DE LA KIWICHA Y OTROS CEREALES

Parámetro	Kiwicha	Trigo	Frijol	Arroz	Maíz
Proteína (%)	18,00	15,00	21,48	8,00	11,00
Fibra cruda (%)	5,21	2,90	5,70	6,40	2,46
Cenizas (%)	3,61	1,50	4,61	3,40	1,65
Grasa (%)	7,31	1,70	1,96	2,20	5,00
Calcio (%)	0,14	0,02	0,15	0,02	0,01
Fosforo (%)	0,54	0,41	0,41	0,18	0,27
Hierro (mg)	9,00	4,50		3,00	1,00
Magnesio (%)	0,22	0,10	0,19	0,08	0,13
Potasio (%)	0,57	0,40	1,30	0,12	0,48
Sodio (%)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Cobre (ppm)	6,00	4,20	10,00	4,00	4,00
Manganeso (ppm)	12,00	28,00	8,00	7,00	7,00
Zinc (ppm)	21,00	41,00	32,00	24,00	24,00
Energía (cal/100g)	439,90	354,00	361,00	364,00	361,00

Fuente: Porr (2012),



CUADRO N° 4.10  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA KIWICHA CRUDA Y TOSTADA (g /  
100 g de proteína)

Elemento	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Proteína (g)	13,50	14,50
Fenilalanina	3,98	3,29
Triptófano	0,95	1,21
Metionina	2,13	2,37
Leucina	5,20	4,23
Isoleucina	6,17	5,22
Valina	4,36	4,61
Treonina	4,73	5,38
Arginina	8,50	8,16
Histidina	2,31	2,22
Lisina	7,16	6,6

Fuente: Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009

**Harina de kiwicha.** Por lo general cuando se piensa en harina se relaciona con la harina de trigo sin embargo hay muchas harinas en especial la de granos andinos las cuales por su gran valor nutricional como se pueden apreciar en los cuadros N° 4.8, N° 4.9, N° 4.10 y N° 4.11 en tal sentido se pueden utilizar estas harinas para combatir la desnutrición infantil.

El valor energético de la kiwicha es mayor que el de otros cereales. Contiene de 15 a 20% de proteínas, mientras que el maíz, por ejemplo, alcanza únicamente el 11%. El grano de kiwicha tiene un contenido un alto contenido de aminoácidos, vitaminas y sales minerales como calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B. Su fibra, comparada con otros cereales, es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina, es más, juntas constituyen una gran fuente de energía. Los granos de almidón varían en diámetro de 1 a 3.5 micrones, al igual que los de la quinua, y mucho más pequeños que los del trigo y el maíz. Su estructura diminuta los hace útiles en la industria.



### 4.2.3 Soya.

La soja (*Glycine max*) planta originario de Asia siendo actualmente los principales productores Estados Unidos y Brasil, los cuales se utiliza sobre todo en la industria para la extracción de aceite y como alimento para animales y en Asia todavía la mayor parte de la producción es destinados para consumo humano directo.

La soja contiene hasta un 40 por ciento de proteína, 18 por ciento de grasa y 20 por ciento de carbohidrato. La proteína es considerada de mejor calidad biológica que la de otras fuentes vegetales. (Ramos N. et al 2006)

**Taxonomía de la soya.** Según Vallares C. A., 2010 la taxonomía de la soya es la siguiente:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae leguminosa)
Sub familia	Faboideae
Genero	Glycine
Especie	Max

FIGURA N° 4.4  
PLANTA Y FRUTO DE SOYA



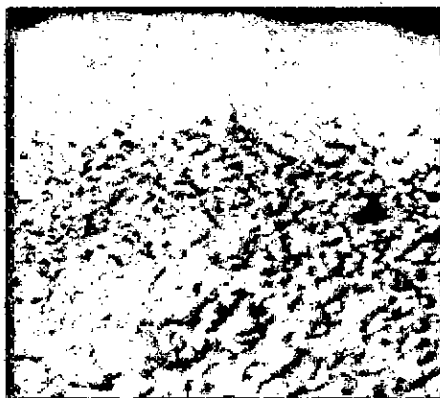
Fuente: [www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1-9-2018





**La harina de soya es el producto molido, resultante del procesamiento industrial de los granos de soya, de los cuales se ha extraído la mayor parte de su aceite.**

**FIGURA N° 4.5  
HARINA DE SOYA**



Fuente: <https://alimentos.org.es/nutrientes-harina-soja>, tomado 16-5-2018

**Valor nutritivo de la soya.**

El valor nutritivo de los alimentos está dado por la cantidad y calidad de sus nutrientes, que son sustancias digeribles y asimilables por el organismo.

Los nutrientes esenciales son aquellos que el organismo no sintetiza, por lo tanto, tienen que ser aportados por los alimentos ver los cuadros N° 4.11, 4.12, 4.13

**CUADRO N° 4.11  
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO, NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICO DE LA  
HARINA DE SOYA**

Elementos	Parámetros	
	Físico químicos	Nutricionales
Humedad (%)	9,53 ± 0,27	
Proteínas (%)	48,29 ± 0,28	48,40 ± 0,46
Grasa (%)	1,07 ± 0,28	1,07 ± 0,28
Fibra (%)	3,0 ± 0,18	
Ceniza (%)	5,87 ± 0,37	
Carbohidrato		35,31 ± 0,87
Energía (Kcal/100g)		344,51 ± 4,86

Fuente: Edgardo Ridner. et. al 2008



Los nutrientes contribuyen a cubrir las necesidades energéticas, de materia para cubrir la síntesis de tejidos y para la regulación en el metabolismo del organismo. (Edgardo Ridner. et. al 2008)

CUADRO Nº 4.12  
COMPOSICION DEL GRANO DE SOYA

Componentes	Grano con cascara (%)	Grano sin cascara (%)
Proteína	38,0	39,0
Aceite	18,0	18,5
Carbohidrato soluble (azúcar)	18,0	21,0
Carbohidrato insoluble (fibra dietética)	11,0	6,0
Lecitina	2,1	2,3
Humedad	12,0	12,0

Fuente: CPI. Comisión Permanente de Investigación 2007

CUADRO Nº 4.13  
VALOR NUTRICIONAL DE DIFERENTES PORCIONES DE ALIMENTOS

Nutrientes	Soya Integral (50 g)	1 Huevo (55g)	1 vaso leche (250 ml)	1 porción carne (85 g)
Proteínas (g)	18,5	6,2	9,0	17,8
Grasas (g)	9,0	6,0	8,6	16,0
Carbohidratos (g)	12,8	-	12,0	-
Energía (cal)	215	80,0	160	225
Calcio (mg)	120,0	25,0	280,0	10,0
Hierro (mg)	3,2	1,2	0,1	2,4
Vit. A (UI)	150	590	3,0	25
Tiamina (mg)	0,2	0,06	0,1	0,08
Riboflavina (mg)	0,5	0,15	0,42	0,1

Fuente: CPI. Comisión Permanente de Investigación 2007



La composición de aminoácido de la harina de soya se muestra en el cuadro N° 4.14. El alto contenido de lisina en la proteína de soya la hace útil para suplementos de proteína en cereales, los cuales son bajos en lisina. La metionina es el primer aminoácido limitante de la proteína de soya y su deficiencia debe ser considerada cuando las proteínas son usadas para propósitos nutricionales. El contenido de cisteína también es bajo cuando se compara con las proteínas del huevo y del cereal.

CUADRO N° 4.14  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE SOYA

Aminoácido	Contenido (g/16gN)
Lisina	6,4
Metionina	1,1
Cistina	1,4
Triptófano	1,4
Treonina	3,9
Isoleucina	4,6
Leucina	7,8
Fenilalanina	5,0
Valina	4,6
Argenina	7,3
Histidina	2,6
Tirosina	3,8
Serina	5,5
Ácido glutámico	11,8
Glicina	4,3
Alanina	4,3
Prolina	5,5

Fuente: Edgardo Ridner. et. al 2008

#### 4.2.4 Trigo

El «trigo» proviene de la palabra latín *triticum*, que significa ‘triturado’ ‘quebrado’, o ‘trillado’, que hace referencia a la actividad que se realiza para separar el grano de trigo de la cascarilla. Con la palabra trigo se designa a la planta como a sus semillas comestibles.

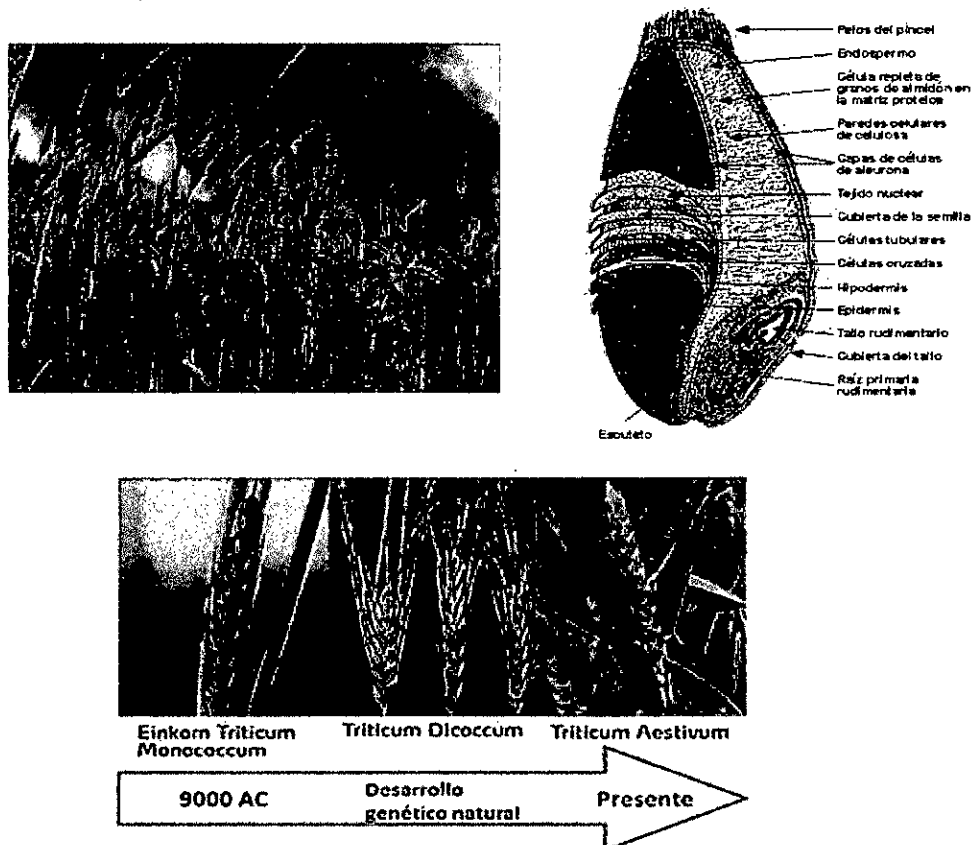
Según (Hoffman, 2010); el trigo presenta la siguiente clasificación taxonómica



- ❖ División Magnoliphyta,
- ❖ Clase Liliopsida,
- ❖ Orden Poales (Graminales),
- ❖ Familia Gramínea (Poaceas),
- ❖ Subfamilia Festucoidae,
- ❖ Tribu Triticaceae (Hordeae),
- ❖ Género Triticum.

El trigo juntamente con el maíz, y el arroz son los cereales más cultivado y consumido por el hombre en el mundo. Los principales productos derivados del trigo son la harina, harina integral, sémola y malta, así como, el pan, galletas, cerveza, whisky, pasta. La harina de trigo es el componente principal para la elaboración del pan, alimentos indispensable en la dieta diaria, dado que es un producto que nos proporciona proteínas y almidón.

FIGURA N° 4.6  
PLANTACIÓN, GRANO DE TRIGO Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL TRIGO



Fuente: (<http://www.yara.com.pe/croplnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/>  
<http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>  
 Tomado 27-8-18

## **Clasificación del Trigo**

❖ **Según la textura del endospermo.** Se caracteriza por la forma de fraccionarse el grano en la molturación; el carácter vítreo-harinoso se puede modificar con las condiciones de cultivo. El desarrollo de la cualidad harinosa, parece estar relacionado con la maduración.

**Trigo vítreo.** El carácter vítreo es hereditario, pero también es afectado por las condiciones ambientales, abono nitrogenado o con fertilizantes (Hoffman, 2010)

**Trigo harinoso.** La textura del endospermo que es harinosa (feculenta, yesosa) es hereditario y afectado por las condiciones ambientales; lluvias fuertes, suelos arenosos ligeros y plantación muy densa. (Hoffman, 2010)

❖ **Según la dureza del endospermo.** La dureza y blandura del trigo son características que se deben tener en cuenta en la molienda de estos. La fractura de trigo duro tiende a producirse siguiendo las líneas que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar. La dureza del trigo afecta la facilidad con que se desprende el salvado del endospermo. (Hoffman, 2010).

**Trigos Duros.** Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cerner, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo.

**Trigos blandos.** Los trigos blandos producen harina muy fina con fragmentos irregulares de células de endospermo y partículas aplastadas que se adhieren entre sí, y en el cernido se obtura las aberturas de los cedazos.

❖ **Según su fuerza**

**Trigos fuertes.** De este tipo de trigo se produce harina para panificación que dan piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen alto contenido de proteína.

**Trigos flojos,** Estos trigos proporcionan harina con la cual se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa y abierta y se caracterizan por su bajo contenido en proteína. La harina de trigo flojo es ideal para galletas y

pastelería, se puede utilizar para panificación si se mezcla con harina más fuerte.

En el cuadro N° 4.15 se puede observar la producción de varios cereales en especial del trigo y la quinua durante el periodo del 2013 al 2017

### Composición Química y Aportes Nutricionales del Trigo

La composición del trigo puede variar según la región, las condiciones de cultivo y el año de cosecha. En el Cuadro N° 4.16 se muestra los rangos de la composición química de granos de trigo.

CUADRO N° 4.15  
PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS POR PRODUCTO 2013-2017

Producto	MILES DE TONELADAS				
	2013	2014	2015	2016	2017
Trigo	62,0	8,7	5 4,2	51,2	49,1
Maíz amarillo duro	16,2	10,6	362,6	290,9	284,6
Maíz amiláceo	222,7	18,6	14,0	203,5	192,8
Arroz cáscara	1 470,7	1 02,0	1 15,8	1 419,4	1 142,5
Cebada grano	114,1	17,3	112,9	103,4	96,4
Quinua	42,7	67,0	73,6	63,9	68,3

Fuente: Boletín Estadístico "Producción Agrícola y Ganadera" Ministerio de Agricultura y Riego. 2017

CUADRO N° 4.16  
PRINCIPALES COMPONENTES DEL TRIGO (ANÁLISIS PROXIMAL)

	Composición química del trigo (%)	
	Mínimo	Máximo
Proteína	7.0	18.0
Humedad	8.0	18.0
Lípidos	1.5	2.0
Almidón	60.0	68.0
Fibra cruda	2.0	2.5
Cenizas	1.5	2.0

Fuente: Mats 2002

Las proteínas de los granos de trigo se pueden dividir en dos grandes grupos: las proteínas del gluten que se denominan proteínas de almacenamiento y constituyen alrededor del 75-80% del total y aquellas que no forman gluten, que representan el 20-25% del contenido total.

Koehler y Wieser, (2013), clasificó a las proteínas de los cereales de acuerdo a su solubilidad: albúminas, solubles en agua; globulinas, insolubles en agua y solubles en soluciones salinas diluidas; prolaminas, insolubles en agua y en soluciones salinas y solubles en alcohol al 70%; y glutelinas, insolubles en los solventes anteriormente mencionados y solubles en ácidos y bases diluidos.

CUADRO N° 4.17  
CONTENIDO DE NUTRIENTE Y CALORÍAS DE TRIGO Y CEBADA x 100g

Cereal	Agua gr	Calorías gr	Proteínas <sup>1</sup> gr	Grasa Gr	Calcio mgr	Hierro mgr	Tiamina mgr	Carbohidrato soluble mgr
Trigo duro	12	332	13.8	7	37	4.1	0.45	70.0
Trigo blando	12	333	10.5	1.9	35	3.9	0.38	74.0
Cebada	12	332	11.0	1.8	33	3.6	0.46	73.0

<sup>1</sup> Contenido de proteína calculado N x 5.83  
Fuente: FAO 1999 Trigo en la alimentación

### Nutrientes del trigo

harina, El trigo desde el principio de los tiempos ha constituido la base de la alimentación de la sociedad. Donde los productos obtenidos del trigo aportan aproximadamente una quinta parte del total de calorías de la dieta que está compuesta por productos ricos en hidratos de carbono complejos, proveniente de los cereales. En el cuadro N° 4.17 se muestra el contenido de calorías y nutrientes de trigo y cebada.

Se observa en el cuadro N° 4.18 que las proteínas de salvado de trigo son de alta calidad nutricional, presentan una composición aminoácidos esenciales como lisina (Lys), triptófano (Trp) y metionina (Met), los cuales son limitantes en la harina de trigo (Shewry y col., 2002). La Lys en el salvado contenido casi

el doble del encontrado en la harina (Shewry y col., 2002) y representa el 4.5 % del total de los aminoácidos del salvado.

**Harina de trigo.** El término harina es el producto derivado de la molienda del grano de trigo, generalmente del trigo maduro. La composición media de las harinas panificables oscila entre los siguientes valores:

- Humedad: 12 - 15%.
- Proteínas: 9 - 15% (85% gluten).
- Materias grasas: 1 - 2.4%.
- Cenizas: 0.5 - 0.65%.
- Almidón: 68 - 71%.
- Materias celulósicas: 3.5%.
- Azúcares fermentables: 1 - 2.3%.
- - Enzimas hidrolíticos: amilasas, proteasas, etc

CUADRO N° 4.18  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDO EN, HARINA, GERMEN, TRIGO ENTERO Y  
SALVADO

Aminoácido	Harina	Germen	Trigo entero	Salvado
Treonina	2.7	3.7	2.9	3.3
Serina	4.9	4.5	4.8	4.5
Triptófano	1.0	1.2	1.2	1.6
Lisina	1.9	5.1	2.7	4.0
Argenina	3.6	7.4	4.6	7.0
Fenilalanina	4.9	3.8	4.6	3.9
Histidina	2.0	2.5	2.2	2.6
Ácido aspártico	3.9	7.9	5.0	7.2
Valina	4.3	5.1	4.7	5.0
Alanina	2.8	5.7	3.5	4.9
Prolina	11.7	5.3	9.8	5.9
Ácido glutámico	34.2	16.4	30.6	18.6
Metionina	1.8	2.0	1.7	1.6
Isoleucina	3.9	3.5	3.8	3.5
Cisteína	2.3	1.7	2.2	2.0
Leucina	6.7	6.2	6.7	6.0
Tirosina	2.9	2.8	3.1	2.8
Glicina	3.2	5.6	3.9	4.9

Fuente: Gómez Pallarés M. at el. Trigo, 2007



### Clasificación de harina según el tipo de trigo.

Las harinas obtenidas de los diferentes tipos de trigo poseen propiedades características.

- **Harina universal** es la harina más común de todas, se obtiene del endospermo del grano finamente molido y combinando trigo duro y blando, se emplea para la elaboración de productos cocidos como panes, pasteles, galletas etc.

CUADRO N° 4.19  
COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR CADA 100 g

	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 kcal	364 kcal	364 kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76,31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Cobre	0,38 mg	0,14 mg	0,14 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg

Fuente: FAO "Trigo en la Alimentación Humana" 1990. Tomado Luz Gómez Pando, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM

- **Harina panadera.** Es similar a la harina universal y posee alto contenido de gluten.
- **Harina pastelera** esta elaborado de trigo blando contiene bajo contenido de proteína y de textura fina. Se utiliza para la elaboración de diversos tipos de pasteles, galletas.

El cuadro 4.19 y 4.20 nos ilustra el contenido de proteínas, sales minerales, carbohidratos y vitaminas en harina integral, refinada, reforzada, blanco y en el salvado y germen.

CUADRO N° 4.20  
NUTRIENTES DE LA HARINA DE TRIGO (POR 100 G DE PRODUCTO)

	Harina integral	Harina blanca	Salvado	Germen
Humedad	10,26	13,36	9,9	11,12
Calorías (Kcal)	339	361	216	360
Grasa g	1,87 g	1,66 g	4,25 g	9,72 g
Proteína	13,70 g	11,98 g	15,55 g	23,15 g
Hidratos de carbono	72,57 g	72,53 g	64,51 g	51,80 g
Ceniza	1,6 g	0,47 g	5,79 g	4,21 g
Fibra	12,2 g	2,4 g	42,8 g	13,2 g
Potasio	405 mg	100 mg	1182 mg	892 mg
Fósforo	346 mg	97 mg	1013 mg	842 mg
Hierro	3,88 mg	0,9 mg	10,57 mg	6.26 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg	12 mg
Magnesio	25 mg	25 mg	611 mg	239 mg
Calcio	34 mg	15 mg	73 mg	39 mg
Cobre	0,38 mg	0,18 mg	1 mg	0,8 mg
Zinc	2,93 mg	0,85 mg	7.27 mg	12,29 mg
Manganeso	3,8 mcg	0,79 mcg	11,5 mcg	13.3 mg
Selenio	70,7 mcg	39,7 mcg	77,6 mcg	79,2 mcg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,45 mg	0,08 mg	0,52 mg	1,88 mg
Vitamina B2 ( Riboflavina)		0,06 mg	0,58 mg	0,37 mg

Fuente: FAO "Trigo en la Alimentación Humana" 1990. Tomado por Gómez Pando Luz, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM



### **Importancia del gluten de las harinas.**

El gluten es importante en las harinas porque le dan propiedades plásticas como alta cohesividad, elasticidad y extensibilidad de las masas para panificación.

El gluten durante el horneado hace que los gases producto de la fermentación de la masa estén retenidos en el interior, haciendo que esta suba por otro lado hace que el pan no se desinfe, debido a la coagulación del gluten después de la cocción. (Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo – España, 2009)

### **4.2.5 El Pan.**

El pan es un producto que se elabora cociendo una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura. Se pueden adicionar otros ingredientes como leche, grasa, azúcar y otras harinas de quinua, centeno, cebada, maíz, arroz, y soja. La levadura actúa en el proceso de fermentación, produciendo diminutas burbujas de gas, dióxido de carbono, en la mezcla o masa, incrementando su volumen y haciéndola ligera y porosa. (Quaglia Giovanni, 1991)

Desde la prehistoria los derivados de los granos cocidos, han sido utilizados como alimento. Las civilizaciones más antiguas de Europa elaboraban pan. La elaboración del pan era conocido antes del siglo XX a C. El pan blanco era consumido por los ricos y el pan negro estaba reservado para el consumo de los pobres. (Quaglia Giovanni, 1991)

### **Proceso de panificación**

**Método Directo.** En este método se mezcla todos los componentes de la masa en una sola etapa. Con la operación de mezclado amasado se trata de obtener una masa suave con una óptima elasticidad. La masa se fermenta por 2 a 4 horas. (Morton, 2003)

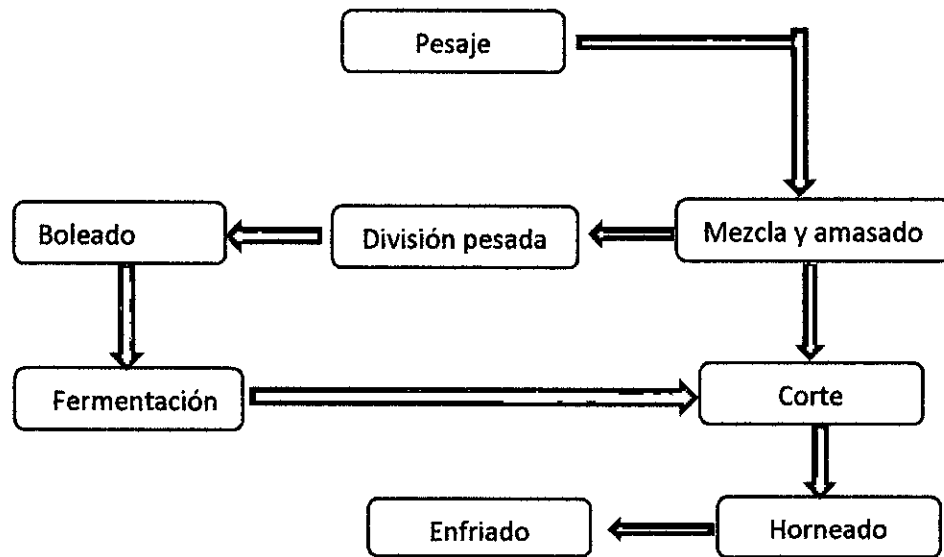
**Método Esponja:** Este sistema consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y cantidad de litros de agua en función de la harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y del agua y a partir de ahí se procede como en el método directo. (Morton, 2003).



**Método Mixto:** Es el sistema más empleado en la elaboración de pan común. Utiliza masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Se deja en reposo por 10- 20 minutos previo a la división. Es el método más apropiado cuando la división de la masa se hace por medio de divisora volumétrica.

**Operaciones principales en la elaboración del pan** Las operaciones fundamentales para el proceso de panificación son los siguientes: (figura N° 4.7)

FIGURA N° 4.7  
DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE PAN MÉTODO DIRECTO



Fuente: Morton, 2003

**Pesaje:** El peso de los insumos deben de realizarse lo más preciso posible de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación.

**Mezcla y Amasado:** Consiste en lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes. Mediante el trabajo físico del amasado, se logra las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras.

**Fermentación:** La masa se coloca en un cuarto con temperatura y humedad controlada, en estas condiciones los almidones de la harina se transforman en

azúcares y estos en alcohol y gas carbónico el cual hace que el volumen del pan se aumente.

**División y pesado:** Su objetivo es dar a cada una de las piezas el peso justo. Se utiliza una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora.

**Boleado:** Consiste en dar forma de bola a la masa pesada y dividida. Puede realizarse a mano, o puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras

**Reposo:** Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere la desgasificación sufrida durante la división y boleado.

**Fermentación:** Consiste en la formación de CO<sub>2</sub>, para que al ser retenido por la masa boleada ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan debido a las transformaciones que sufren los componentes de la harina. Durante la fermentación la masa crece aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30-35°C y una humedad entre 80-85%.

**Corte:** Después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno se realiza un corte en la superficie de las piezas. Su objetivo es el desarrollo del pan durante la cocción.

**Horneado:** Los panes se colocan en el horno a una temperatura adecuada de acorde con el tamaño y el tipo de pan. Esta etapa al pan adquiere una temperatura interna de 45-50°C y a producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y da el volumen final del pan; y cuando la temperatura interna llega entre 60- 70°C hay coagulación de proteína y transformación del almidón en dextrinas y azúcares, el producto pierde su plasticidad y adquiere la forma definitiva del pan. Por ultimo ocurre el secado que forma la corteza y el cocimiento del pan.

**Enfriamiento:** Se efectuarse a temperatura ambiente.

### **Componentes básicos para elaboración de pan**

**Harina.** En los ítems anteriores se ha visto sobre las harinas de trigo y otros cereales.

**Levaduras.** La levadura utilizada es la *Saccaromyces Cereviciae*, capaz de fermentar los azúcares presentes en la masa en un tiempo de 2 a 4 horas. Se puede presentar en polvo, granulada o comprimida. (Desrosier, 2005). La levadura en la panadería tiene dos formas de vida según el medio en que se encuentren. Pueden vivir en forma anaerobio o aerobio. (Basman, et al. 2003).

**Sal.** Este elemento es importante en la fabricación del pan, porque contribuye el sabor del producto, estabiliza la actividad de la levadura en la fermentación y le proporciona más firmeza al gluten reteniendo el CO<sub>2</sub> de la masa. (Desrosier, 2005).

**Agua.** El agua es importante porque necesaria para la hidratación del almidón y la formación del gluten. Facilita la interacción de los ingredientes sólidos, y regula la temperatura de la masa. (Mats, 2002). Las funciones del agua en la panificación son: (Mats, 2002).).

**Formación de la masa.** Es el vehículo transportador por excelencia y es el disolvente de casi todos los ingredientes logrando una buena homogeneización de la masa. También hidrata los almidones que junto con el gluten forman la masa plástica, suave y elástica.

**Fermentación.** Es el medio de dispersión de la levadura, en donde empieza a actuar. La presencia de agua en el pan hace posible la porosidad y el buen sabor, la humedad en el pan da las características de frescura.

**Azúcar.** El azúcar proporciona características organolépticas especiales, favorece el color dorado de la corteza al pan debido a la caramelización y la reacción de Maillard, se considera alimento para la levadura, ayuda a la fermentación alcohólica la formación de gases (Goded, 2003).

**Grasas y Aceites.** La función principal de la grasa en la masa consiste en dar la sensación de suavidad al paladar, debido a que la grasa es distribuida en la



masa al ser sometidas a tensiones unas sobre otras. En cantidades superiores al 3% aumentan el volumen. (Manrique, 2002).

#### **4.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

**Quinua.-** Los nombres comunes de la quinua son: kinua, quinua, parca, quiuna (idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawé (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7.000 años por culturas preincas e incas. (Mujica Ángel & Sven-E. Jacobsen, 2006)

**Trigo.-** Conjunto de granos procedentes de las variedades *Triticum aestivum* L, *Triticum compactum* Host y *Triticum durum*

**Kiwicha.-** La kiwicha (*Amaranthus* sp), es cultivado en América, África y Asia. Las áreas de producción en América del Sur se concentran en los valles interandinos del Perú, Bolivia y el norte de Argentina. En la región andina del Perú es conocido como: kiwicha en Cusco, achita en Ayacucho, achis en Ancash, coyo en Cajamarca y qamaya en Arequipa. En Bolivia le denominan coimi; millmi en Argentina y un amaranto de color oscuro se llama sangoracha en Ecuador.

**Soya.-** Planta herbácea cubierta de vello, de tallo recto y erguido, hojas grandes y compuestas de tres folíolos, flores pequeñas, agrupadas en racimo, de color blanco o púrpura y fruto en legumbre corta que encierra las semillas

**Valor nutritivo.-** Es la contribución de un alimento al contenido nutritivo de la dieta. Este valor depende de la cantidad de alimento que es digerido y absorbido y las cantidades de los nutrientes esenciales (proteína, grasa, hidratos de carbono, minerales, vitaminas) que éste contiene.

#### **4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL.**

La evaluación sensorial de los alimentos constituye una de las importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. (Ureña, et al, 1999)

La evaluación sensorial es una disciplina, científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las características de los alimentos y materiales que son percibidos por los sentidos de la vista, olfato y gusto. (Tarazona y D'Arrigo, 1997)

Apreciación Hedónica. Es usado para medir a que nivel de placer, y se determina a partir de cómo agrada o desagrade en una muestra poblacional de potenciales consumidores. Análisis como los de categorización cualitativa son utilizados para determinar la apreciación hedónica de una población. (Tarazona y D'Arrigo, 1997). Los valores obtenidos en las pruebas hedónicas son tratados como cualquier otro parámetro físico en consecuencia pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos tipo, diagrama Pareto, análisis de varianza, análisis de regresión, etc





## V MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada, es de tipo experimental, aplicativo con enfoque cuantitativo, debido a que se va recolectar datos experimentales en laboratorio.

El presente desarrollo de investigación se desarrolló en los laboratorios de alimentos e Investigación de la Facultad de Ingeniería Química y la instalación de la panadería del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustria de la UNAC

### 5.1 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS INSUMOS.

**5.1.1 Materia prima.** Para el desarrollo del proyecto se utilizó las siguientes materias primas:

- Harina de trigo de tipo comercial para panificación;
- Harina de quinua, harina de kiwicha y harina de soya que fueron adquiridos en mercado comercial

#### 5.1.2 Ingredientes y/o aditivos.

- ✓ Manteca Vegetal
- ✓ Mejoradores de masa
- ✓ Levadura (*saccharomyces Cerevisiae*) - Fresca Fleishman
- ✓ Azúcar blanca refinada industrial
- ✓ Sal yodada (Cloruro de sodio)
- ✓ Agua

#### 5.1.3 Equipos.

- ❖ Balanza de 12 Kg. y de precisión  $\pm 10$  mg.
- ❖ Jarras a medida ( 1/2, 1 Lt)
- ❖ Amasadora (Nova) 20 kg
- ❖ Sistema analizador de proteínas, marca VELP SCIENTIFIC
- ❖ Equipo kjeldahl
- ❖ Estufa marca
- ❖ Horno rotatorio por convección marca Nova
- ❖ Mufla marca J LabTech

CUADRO N° 4.8  
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA KIWICHA CRUDA  
Y TOSTADA EN 100 g

Elemento	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Agua (g)	12,0	0,70
Proteína (g)	13,50	14,50
Grasa (g)	7,10	7,80
Carbohidrato (g)	64,50	74,30
Fibra (g)	2,50	3,00
Ceniza (g)	2,40	2,70
Calorías (cal.)	377	428
Calcio (mg)	236	283
Fosforo (mg)	453	502
Hierro (mg)	7,50	8,10
Tiamina Vit B1 (mcg)	0,30	0,01
Riboflabina vit B2 (mcg)	0,01	0,01
Niacina vit B5 (mcg)	0,40	1,30
Ac. Ascórbico reduc. (mcg)	1,30	0,50

Fuente: Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009

CUADRO N° 4.9  
VALOR NUTRICIONAL DE LA KIWICHA Y OTROS CEREALES

Parámetro	Kiwicha	Trigo	Frijol	Arroz	Maíz
Proteína (%)	18,00	15,00	21,48	8,00	11,00
Fibra cruda (%)	5,21	2,90	5,70	6,40	2,46
Cenizas (%)	3,61	1,50	4,61	3,40	1,65
Grasa (%)	7,31	1,70	1,96	2,20	5,00
Calcio (%)	0,14	0,02	0,15	0,02	0,01
Fosforo (%)	0,54	0,41	0,41	0,18	0,27
Hierro (mg)	9,00	4,50		3,00	1,00
Magnesio (%)	0,22	0,10	0,19	0,08	0,13
Potasio (%)	0,57	0,40	1,30	0,12	0,48
Sodio (%)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Cobre (ppm)	6,00	4,20	10,00	4,00	4,00
Manganeso (ppm)	12,00	28,00	8,00	7,00	7,00
Zinc (ppm)	21,00	41,00	32,00	24,00	24,00
Energía (cal/100g)	439,90	354,00	361,00	364,00	361,00

Fuente: Porr (2012),



CUADRO N° 4.10  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA KIWICHA CRUDA Y TOSTADA (g /  
100 g de proteína)

Elemento	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Proteína (g)	13,50	14,50
Fenilalanina	3,98	3,29
Triptófano	0,95	1,21
Metionina	2,13	2,37
Leucina	5,20	4,23
Isoleucina	6,17	5,22
Valina	4,36	4,61
Treonina	4,73	5,38
Arginina	8,50	8,16
Histidina	2,31	2,22
Lisina	7,16	6,6

Fuente: Plan de negocios producción y comercialización de kiwicha Dpto. Apurímac, 2009

**Harina de kiwicha.** Por lo general cuando se piensa en harina se relaciona con la harina de trigo sin embargo hay muchas harinas en especial la de granos andinos las cuales por su gran valor nutricional como se pueden apreciar en los cuadros N° 4.8, N° 4.9, N° 4.10 y N° 4.11 en tal sentido se pueden utilizar estas harinas para combatir la desnutrición infantil.

El valor energético de la kiwicha es mayor que el de otros cereales. Contiene de 15 a 20% de proteínas, mientras que el maíz, por ejemplo, alcanza únicamente el 11%. El grano de kiwicha tiene un contenido un alto contenido de aminoácidos, vitaminas y sales minerales como calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B. Su fibra, comparada con otros cereales, es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina, es más, juntas constituyen una gran fuente de energía. Los granos de almidón varían en diámetro de 1 a 3.5 micrones, al igual que los de la quinua, y mucho más pequeños que los del trigo y el maíz. Su estructura diminuta los hace útiles en la industria.

### 4.2.3 Soya.

La soja (*Glycine max*) planta originario de Asia siendo actualmente los principales productores Estados Unidos y Brasil, los cuales se utiliza sobre todo en la industria para la extracción de aceite y como alimento para animales y en Asia todavía la mayor parte de la producción es destinados para consumo humano directo.

La soja contiene hasta un 40 por ciento de proteína, 18 por ciento de grasa y 20 por ciento de carbohidrato. La proteína es considerada de mejor calidad biológica que la de otras fuentes vegetales. (Ramos N. et al 2006)

**Taxonomía de la soya.** Según Vallares C. A., 2010 la taxonomía de la soya es la siguiente:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae leguminosa)
Sub familia	Faboideae
Genero	Glycine
Especie	Max

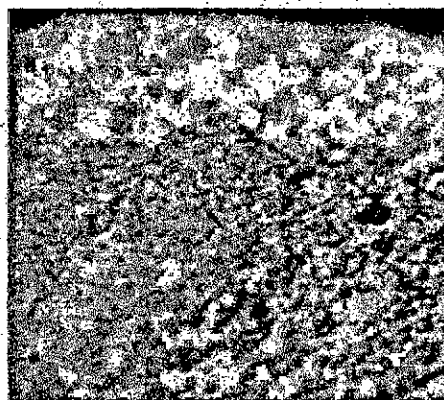
FIGURA N° 4.4  
PLANTA Y FRUTO DE SOYA



Fuente: [www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1- 9- 2018

La **harina de soya** es el producto molido, resultante del procesamiento industrial de los granos de soya, de los cuales se ha extraído la mayor parte de su aceite.

FIGURA N° 4.5  
HARINA DE SOYA



Fuente: <https://alimentos.org.es/nutrientes-harina-soja>, tomado 16-5-2018

#### Valor nutritivo de la soya.

El valor nutritivo de los alimentos está dado por la cantidad y calidad de sus nutrientes, que son sustancias digeribles y asimilables por el organismo.

Los nutrientes esenciales son aquellos que el organismo no sintetiza, por lo tanto, tienen que ser aportados por los alimentos ver los cuadros N° 4.11, 4.12, 4.13

CUADRO N° 4.11  
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO, NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICO DE LA  
HARINA DE SOYA

Elementos	Parámetros	
	Físico químicos	Nutricionales
Humedad (%)	9,53 ± 0,27	
Proteínas (%)	48,29 ± 0,28	48,40 ± 0,46
Grasa (%)	1,07 ± 0,28	1,07 ± 0,28
Fibra (%)	3,0 ± 0,18	
Ceniza (%)	5,87 ± 0,37	
Carbohidrato		35,31 ± 0,87
Energía (Kcal/100g)		344,51 ± 4,86

Fuente: Edgardo Ridner. et. al 2008



Los nutrientes contribuyen a cubrir las necesidades energéticas, de materia para cubrir la síntesis de tejidos y para la regulación en el metabolismo del organismo. (Edgardo Ridner. et. al 2008)

CUADRO N° 4.12  
COMPOSICION DEL GRANO DE SOYA

Componentes	Grano con cascara (%)	Grano sin cascara (%)
Proteína	38,0	39,0
Aceite	18,0	18,5
Carbohidrato soluble (azúcar)	18,0	21,0
Carbohidrato insoluble (fibra dietética)	11,0	6,0
Lecitina	2,1	2,3
Humedad	12,0	12,0

Fuente: CPI. Comisión Permanente de Investigación 2007

CUADRO N° 4.13  
VALOR NUTRICIONAL DE DIFERENTES PORCIONES DE ALIMENTOS

Nutrientes	Soya Integral (50 g)	1 Huevo (55g)	1 vaso leche (250 ml)	1 porción carne (85 g)
Proteínas (g)	18,5	6,2	9,0	17,8
Grasas (g)	9,0	6,0	8,6	16,0
Carbohidratos (g)	12,8	-	12,0	-
Energía (cal)	215	80,0	160	225
Calcio (mg)	120,0	25,0	280,0	10,0
Hierro (mg)	3,2	1,2	0,1	2,4
Vit. A (UI)	150	590	3,0	25
Tiamina (mg)	0,2	0,06	0,1	0,08
Riboflavina (mg)	0,5	0,15	0,42	0,1

Fuente: CPI. Comisión Permanente de Investigación 2007



La composición de aminoácido de la harina de soya se muestra en el cuadro N° 4.14. El alto contenido de lisina en la proteína de soya la hace útil para suplementos de proteína en cereales, los cuales son bajos en lisina. La metionina es el primer aminoácido limitante de la proteína de soya y su deficiencia debe ser considerada cuando las proteínas son usadas para propósitos nutricionales. El contenido de cisteína también es bajo cuando se compara con las proteínas del huevo y del cereal.

CUADRO N° 4.14  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE SOYA

Aminoácido	Contenido (g/16gN)
Lisina	6,4
Metionina	1,1
Cistina	1,4
Triptofano	1,4
Treonina	3,9
Isoleucina	4,6
Leucina	7,8
Fenilalanina	5,0
Valina	4,6
Argenina	7,3
Histidina	2,6
Tirosina	3,8
Serina	5,5
Ácido glutámico	11,8
Glicina	4,3
Alanina	4,3
Prolina	5,5

Fuente: Edgardo Ridner, et. al 2008

#### 4.2.4 Trigo

El «trigo» proviene de la palabra latina *triticum*, que significa ‘triturado’ ‘quebrado’, o ‘trillado’, que hace referencia a la actividad que se realiza para separar el grano de trigo de la cascarilla. Con la palabra trigo se designa a la planta como a sus semillas comestibles.

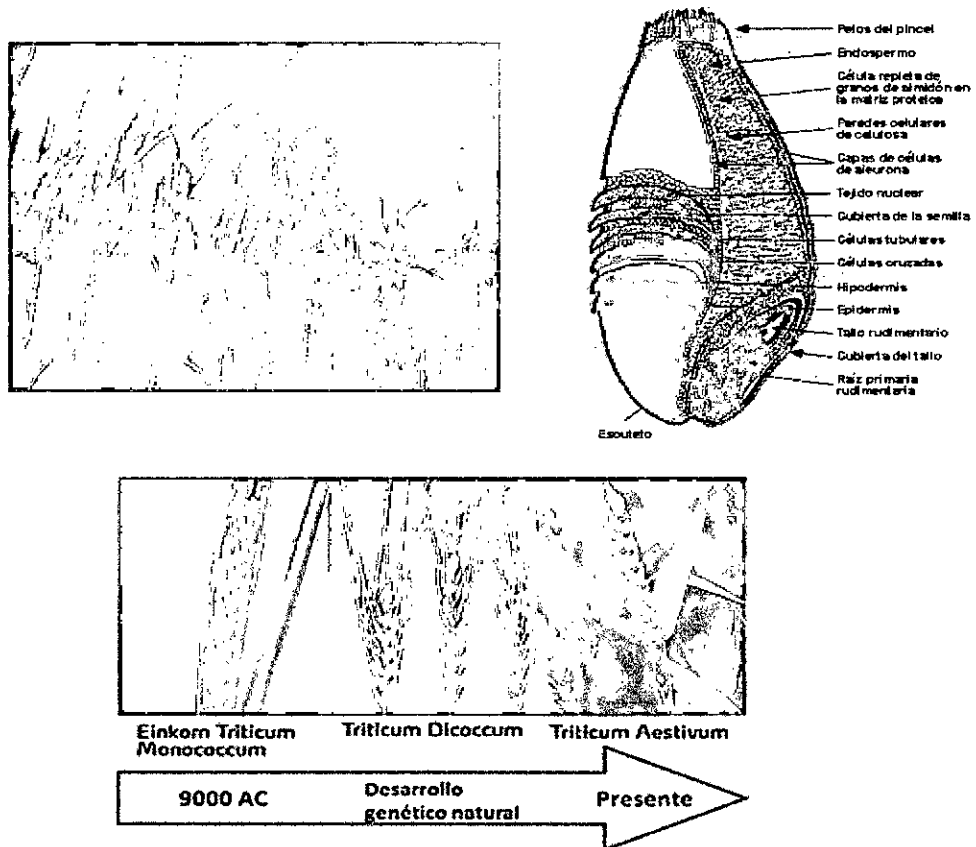
Según (Hoffman, 2010); el trigo presenta la siguiente clasificación taxonómica



- ❖ División Magnoliphyta,
- ❖ Clase Liliopsida,
- ❖ Orden Poales (Graminales),
- ❖ Familia Gramínea (Poaceas),
- ❖ Subfamilia Festucoidae,
- ❖ Tribu Triticaceae (Hordeae),
- ❖ Género Triticum.

El trigo juntamente con el maíz, y el arroz son los cereales más cultivado y consumido por el hombre en el mundo. Los principales productos derivados del trigo son la harina, harina integral, sémola y malta, así como, el pan, galletas, cerveza, whisky, pasta. La harina de trigo es el componente principal para la elaboración del pan, alimentos indispensable en la dieta diaria, dado que es un producto que nos proporciona proteínas y almidón.

FIGURA N° 4.6  
PLANTACIÓN, GRANO DE TRIGO Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL TRIGO



Fuente: (<http://www.yara.com.pe/croplnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/>  
<http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>  
 Tomado 27-8-18



## **Clasificación del Trigo**

❖ **Según la textura del endospermo.** Se caracteriza por la forma de fraccionarse el grano en la molturación; el carácter vítreo-harinoso se puede modificar con las condiciones de cultivo. El desarrollo de la cualidad harinosa, parece estar relacionado con la maduración.

**Trigo vítreo.** El carácter vítreo es hereditario, pero también es afectado por las condiciones ambientales, abono nitrogenado o con fertilizantes (Hoffman, 2010)

**Trigo harinoso.** La textura del endospermo que es harinosa (feculenta, yesosa) es hereditario y afectado por las condiciones ambientales; lluvias fuertes, suelos arenosos ligeros y plantación muy densa. (Hoffman, 2010)

❖ **Según la dureza del endospermo.** La dureza y blandura del trigo son características que se deben tener en cuenta en la molienda de estos. La fractura de trigo duro tiende a producirse siguiendo las líneas que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar. La dureza del trigo afecta la facilidad con que se desprende el salvado del endospermo. (Hoffman, 2010).

**Trigos Duros.** Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cerner, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo.

**Trigos blandos.** Los trigos blandos producen harina muy fina con fragmentos irregulares de células de endospermo y partículas aplastadas que se adhieren entre sí, y en el cernido se obtura las aberturas de los cedazos.

❖ **Según su fuerza**

**Trigos fuertes.** De este tipo de trigo se produce harina para panificación que dan piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen alto contenido de proteína.

**Trigos flojos,** Estos trigos proporcionan harina con la cual se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa y abierta y se caracterizan por su bajo contenido en proteína. La harina de trigo flojo es ideal para galletas y

pastelería, se puede utilizar para panificación si se mezcla con harina más fuerte.

En el cuadro N° 4.15 se puede observar la producción de varios cereales en especial del trigo y la quinua durante el periodo del 2013 al 2017

### Composición Química y Aportes Nutricionales del Trigo

La composición del trigo puede variar según la región, las condiciones de cultivo y el año de cosecha. En el Cuadro N° 4.16 se muestra los rangos de la composición química de granos de trigo.

CUADRO N° 4.15  
PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS POR PRODUCTO 2013-2017

Producto	MILES DE TONELADAS				
	2013	2014	2015	2016	2017
Trigo	62,0	8,7	5 4,2	51,2	49,1
Maíz amarillo duro	16,2	10,6	362,6	290,9	284,6
Maíz amiláceo	222,7	18,6	14,0	203,5	192,8
Arroz cáscara	1 470,7	1 02,0	1 15,8	1 419,4	1 142,5
Cebada grano	114,1	17,3	112,9	103,4	96,4
Quinua	42,7	67,0	73,6	63,9	68,3

Fuente: Boletín Estadístico "Producción Agrícola y Ganadera" Ministerio de Agricultura y Riego. 2017

CUADRO N° 4.16  
PRINCIPALES COMPONENTES DEL TRIGO (ANÁLISIS PROXIMAL)

	Composición química del trigo (%)	
	Mínimo	Máximo
Proteína	7.0	18.0
Humedad	8.0	18.0
Lípidos	1.5	2.0
Almidón	60.0	68.0
Fibra cruda	2.0	2.5
Cenizas	1.5	2.0

Fuente: Mats 2002

Las proteínas de los granos de trigo se pueden dividir en dos grandes grupos: las proteínas del gluten que se denominan proteínas de almacenamiento y constituyen alrededor del 75-80% del total y aquellas que no forman gluten, que representan el 20-25% del contenido total.

Koehler y Wieser, (2013), clasificó a las proteínas de los cereales de acuerdo a su solubilidad: albúminas, solubles en agua; globulinas, insolubles en agua y solubles en soluciones salinas diluidas; prolaminas, insolubles en agua y en soluciones salinas y solubles en alcohol al 70%; y glutelinas, insolubles en los solventes anteriormente mencionados y solubles en ácidos y bases diluidos.

CUADRO N° 4.17  
CONTENIDO DE NUTRIENTE Y CALORÍAS DE TRIGO Y CEBADA x 100g

Cereal	Agua gr	Calorías gr	Proteínas <sup>1</sup> gr	Grasa Gr	Calcio mgr	Hierro mgr	Tiamina mgr	Carbohidrato soluble mgr
Trigo duro	12	332	13.8	7	37	4.1	0.45	70.0
Trigo blando	12	333	10.5	1.9	35	3.9	0.38	74.0
Cebada	12	332	11.0	1.8	33	3.6	0.46	73.0

<sup>1</sup> Contenido de proteína calculado N x 5.83  
Fuente: FAO 1999 Trigo en la alimentación

### Nutrientes del trigo

harina, El trigo desde el principio de los tiempos ha constituido la base de la alimentación de la sociedad. Donde los productos obtenidos del trigo aportan aproximadamente una quinta parte del total de calorías de la dieta que está compuesta por productos ricos en hidratos de carbono complejos, proveniente de los cereales. En el cuadro N° 4.17 se muestra el contenido de calorías y nutrientes de trigo y cebada.

Se observa en el cuadro N° 4.18 que las proteínas de salvado de trigo son de alta calidad nutricional, presentan una composición aminoácidos esenciales como lisina (Lys), triptófano (Trp) y metionina (Met), los cuales son limitantes en la harina de trigo (Shewry y col., 2002). La Lys en el salvado contenido casi



el doble del encontrado en la harina (Shewry y col., 2002) y representa el 4.5 % del total de los aminoácidos del salvado.

**Harina de trigo.** El término harina es el producto derivado de la molienda del grano de trigo, generalmente del trigo maduro. La composición media de las harinas panificables oscila entre los siguientes valores:

- Humedad: 12 - 15%.
- Proteínas: 9 - 15% (85% gluten).
- Materias grasas: 1 - 2.4%.
- Cenizas: 0.5 - 0.65%.
- Almidón: 68 - 71%.
- Materias celulósicas: 3.5%.
- Azúcares fermentables: 1 - 2.3%.
- - Enzimas hidrolíticos: amilasas, proteasas, etc

CUADRO N° 4.18  
CONTENIDO DE AMINOÁCIDO EN, HARINA, GERMEN, TRIGO ENTERO Y  
SALVADO

Aminoácido	Harina	Germen	Trigo entero	Salvado
Treonina	2.7	3.7	2.9	3.3
Serina	4.9	4.5	4.8	4.5
Triptófano	1.0	1.2	1.2	1.6
Lisina	1.9	5.1	2.7	4.0
Argenina	3.6	7.4	4.6	7.0
Fenilalanina	4.9	3.8	4.6	3.9
Histidina	2.0	2.5	2.2	2.6
Ácido aspártico	3.9	7.9	5.0	7.2
Valina	4.3	5.1	4.7	5.0
Alanina	2.8	5.7	3.5	4.9
Prolina	11.7	5.3	9.8	5.9
Ácido glutámico	34.2	16.4	30.6	18.6
Metionina	1.8	2.0	1.7	1.6
Isoleucina	3.9	3.5	3.8	3.5
Cisteína	2.3	1.7	2.2	2.0
Leucina	6.7	6.2	6.7	6.0
Tirosina	2.9	2.8	3.1	2.8
Glicina	3.2	5.6	3.9	4.9

Fuente: Gómez Pallarés M. et al. Trigo 2007

### Clasificación de harina según el tipo de trigo.

Las harinas obtenidas de los diferentes tipos de trigo poseen propiedades características.

- **Harina universal** es la harina más común de todas, se obtiene del endospermo del grano finamente molido y combinando trigo duro y blando, se emplea para la elaboración de productos cocidos como panes, pasteles, galletas etc.

CUADRO Nº 4.19  
COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR CADA 100 g

	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 kcal	364 kcal	364 kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76,31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Cobre	0,38 mg	0,14 mg	0,14 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg

Fuente: FAO "Trigo en la Alimentación Humana" 1990. Tomado Luz Gómez Pando, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM

- **Harina panadera.** Es similar a la harina universal y posee alto contenido de gluten.
- **Harina pastelera** esta elaborado de trigo blando contiene bajo contenido de proteína y de textura fina. Se utiliza para la elaboración de diversos tipos de pasteles, galletas.

El cuadro 4.19 y 4.20 nos ilustra el contenido de proteínas, sales minerales, carbohidratos y vitaminas en harina integral, refinada, reforzada, blanco y en el salvado y germen.

CUADRO N° 4.20  
NUTRIENTES DE LA HARINA DE TRIGO (POR 100 G DE PRODUCTO)

	Harina integral	Harina blanca	Salvado	Germen
Humedad	10,26	13,36	9,9	11,12
Calorías (Kcal)	339	361	216	360
Grasa g	1,87 g	1,66 g	4,25 g	9,72 g
Proteína	13,70 g	11,98 g	15,55 g	23,15 g
Hidratos de carbono	72,57 g	72,53 g	64,51 g	51,80 g
Ceniza	1,6 g	0,47 g	5,79 g	4,21 g
Fibra	12,2 g	2,4 g	42,8 g	13,2 g
Potasio	405 mg	100 mg	1182 mg	892 mg
Fósforo	346 mg	97 mg	1013 mg	842 mg
Hierro	3,88 mg	0,9 mg	10,57 mg	6,26 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg	12 mg
Magnesio	25 mg	25 mg	611 mg	239 mg
Calcio	34 mg	15 mg	73 mg	39 mg
Cobre	0,38 mg	0,18 mg	1 mg	0,8 mg
Zinc	2,93 mg	0,85 mg	7,27 mg	12,29 mg
Manganeso	3,8 mcg	0,79 mcg	11,5 mcg	13,3 mg
Selenio	70,7 mcg	39,7 mcg	77,6 mcg	79,2 mcg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,45 mg	0,08 mg	0,52 mg	1,88 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)		0,06 mg	0,58 mg	0,37 mg

Fuente: FAO "Trigo en la Alimentación Humana" 1990. Tomado por Gómez Pando Luz, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM



### **Importancia del gluten de las harinas.**

El gluten es importante en las harinas porque le dan propiedades plásticas como alta cohesividad, elasticidad y extensibilidad de las masas para panificación.

El gluten durante el horneado hace que los gases producto de la fermentación de la masa estén retenidos en el interior, haciendo que esta suba por otro lado hace que el pan no se desinflen, debido a la coagulación del gluten después de la cocción. (Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo – España, 2009)

### **4.2.5 El Pan.**

El pan es un producto que se elabora cocinando una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura. Se pueden adicionar otros ingredientes como leche, grasa, azúcar y otras harinas de quinua, centeno, cebada, maíz, arroz, y soja. La levadura actúa en el proceso de fermentación, produciendo diminutas burbujas de gas, dióxido de carbono, en la mezcla o masa, incrementando su volumen y haciéndola ligera y porosa. (Quaglia Giovanni, 1991)

Desde la prehistoria los derivados de los granos cocidos, han sido utilizados como alimento. Las civilizaciones más antiguas de Europa elaboraban pan. La elaboración del pan era conocida antes del siglo XX a C. El pan blanco era consumido por los ricos y el pan negro estaba reservado para el consumo de los pobres. (Quaglia Giovanni, 1991)

### **Proceso de panificación**

**Método Directo.** En este método se mezcla todos los componentes de la masa en una sola etapa. Con la operación de mezclado amasado se trata de obtener una masa suave con una óptima elasticidad. La masa se fermenta por 2 a 4 horas. (Morton, 2003)

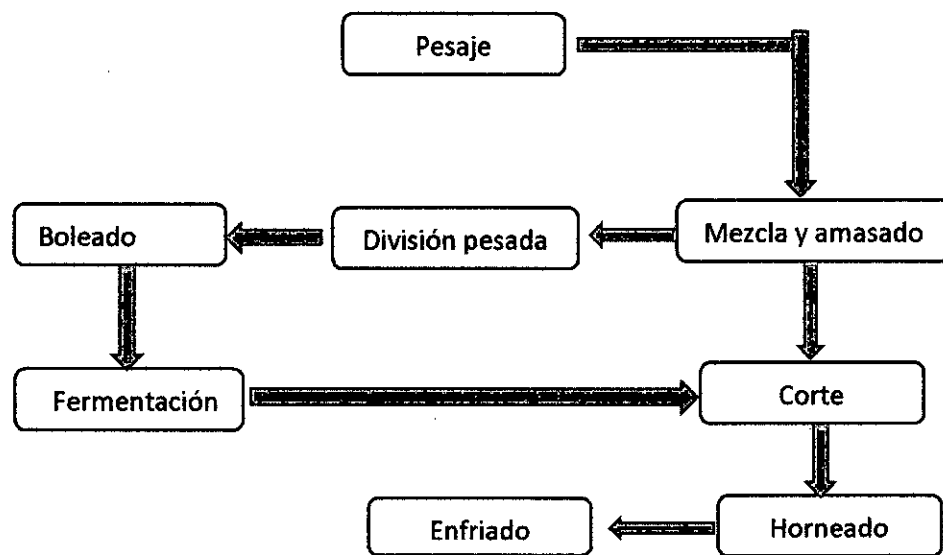
**Método Esponja:** Este sistema consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y cantidad de litros de agua en función de la harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y del agua y a partir de ahí se procede como en el método directo. (Morton, 2003).



**Método Mixto:** Es el sistema más empleado en la elaboración de pan común. Utiliza masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Se deja en reposo por 10- 20 minutos previo a la división. Es el método más apropiado cuando la división de la masa se hace por medio de divisora volumétrica.

**Operaciones principales en la elaboración del pan** Las operaciones fundamentales para el proceso de panificación son los siguientes: (figura N° 4.7)

FIGURA N° 4.7  
DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE PAN MÉTODO DIRECTO



Fuente: Morton, 2003

**Pesaje:** El peso de los insumos deben de realizarse lo más preciso posible de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación.

**Mezcla y Amasado:** Consiste en lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes. Mediante el trabajo físico del amasado, se logra las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras.

**Fermentación:** La masa se coloca en un cuarto con temperatura y humedad controlada, en estas condiciones los almidones de la harina se transforman en





azúcares y estos en alcohol y gas carbónico el cual hace que el volumen del pan se aumente.

**División y pesado:** Su objetivo es dar a cada una de las piezas el peso justo. Se utiliza una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora.

**Boleado:** Consiste en dar forma de bola a la masa pesada y dividida. Puede realizarse a mano, o puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras

**Reposo:** Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere la desgasificación sufrida durante la división y boleado.

**Fermentación:** Consiste en la formación de CO<sub>2</sub>, para que al ser retenido por la masa boleada ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan debido a las transformaciones que sufren los componentes de la harina. Durante la fermentación la masa crece aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30-35°C y una humedad entre 80-85%.

**Corte:** Después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno se realiza un corte en la superficie de las piezas. Su objetivo es el desarrollo del pan durante la cocción.

**Horneado:** Los panes se colocan en el horno a una temperatura adecuada de acorde con el tamaño y el tipo de pan. Esta etapa al pan adquiere una temperatura interna de 45-50°C y a producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y da el volumen final del pan; y cuando la temperatura interna llega entre 60- 70°C hay coagulación de proteína y transformación del almidón en dextrinas y azúcares, el producto pierde su plasticidad y adquiere la forma definitiva del pan. Por ultimo ocurre el secado que forma la corteza y el cocimiento del pan.

**Enfriamiento:** Se efectuarse a temperatura ambiente.



### **Componentes básicos para elaboración de pan**

**Harina.** En los ítems anteriores se ha visto sobre las harinas de trigo y otros cereales.

**Levaduras.** La levadura utilizada es la *Saccaromyces Cereviciae*, capaz de fermentar los azúcares presentes en la masa en un tiempo de 2 a 4 horas. Se puede presentar en polvo, granulada o comprimida. (Desrosier, 2005). La levadura en la panadería tiene dos formas de vida según el medio en que se encuentren. Pueden vivir en forma anaerobio o aerobio. (Basman, et al. 2003).

**Sal.** Este elemento es importante en la fabricación del pan, porque contribuye el sabor del producto, estabiliza la actividad de la levadura en la fermentación y le proporciona más firmeza al gluten reteniendo el CO<sub>2</sub> de la masa. (Desrosier, 2005).

**Agua.** El agua es importante porque necesaria para la hidratación del almidón y la formación del gluten. Facilita la interacción de los ingredientes sólidos, y regula la temperatura de la masa. (Mats, 2002). Las funciones del agua en la panificación son: (Mats, 2002).).

**Formación de la masa.** Es el vehículo transportador por excelencia y es el disolvente de casi todos los ingredientes logrando una buena homogeneización de la masa. También hidrata los almidones que junto con el gluten forman la masa plástica, suave y elástica.

**Fermentación.** Es el medio de dispersión de la levadura, en donde empieza a actuar. La presencia de agua en el pan hace posible la porosidad y el buen sabor, la humedad en el pan da las características de frescura.

**Azúcar.** El azúcar proporciona características organolépticas especiales, favorece el color dorado de la corteza al pan debido a la caramelización y la reacción de Maillard, se considera alimento para la levadura, ayuda a la fermentación alcohólica la formación de gases (Goded, 2003).

**Grasas y Aceites.** La función principal de la grasa en la masa consiste en dar la sensación de suavidad al paladar, debido a que la grasa es distribuida en la



masa al ser sometidas a tensiones unas sobre otras. En cantidades superiores al 3% aumentan el volumen. (Manrique, 2002).

### **4.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

**Quinua.-** Los nombres comunes de la quinua son: kinua, quinua, parca, quiuna (idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawé (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7.000 años por culturas preincas e incas. (Mujica Ángel & Sven-E. Jacobsen, 2006)

**Trigo.-** Conjunto de granos procedentes de las variedades *Triticum aestivum* L, *Triticum compactum* Host y *Triticum durum*

**Kiwicha.-** La kiwicha (*Amaranthus* sp), es cultivado en América, África y Asia. Las áreas de producción en América del Sur se concentran en los valles interandinos del Perú, Bolivia y el norte de Argentina. En la región andina del Perú es conocido como: kiwicha en Cusco, achita en Ayacucho, achis en Ancash, coyo en Cajamarca y qamaya en Arequipa. En Bolivia le denominan coimi; millmi en Argentina y un amaranto de color oscuro se llama sangoracha en Ecuador.

**Soya.-** Planta herbácea cubierta de vello, de tallo recto y erguido, hojas grandes y compuestas de tres folíolos, flores pequeñas, agrupadas en racimo, de color blanco o púrpura y fruto en legumbre corta que encierra las semillas

**Valor nutritivo.-** Es la contribución de un alimento al contenido nutritivo de la dieta. Este valor depende de la cantidad de alimento que es digerido y absorbido y las cantidades de los nutrientes esenciales (proteína, grasa, hidratos de carbono, minerales, vitaminas) que éste contiene.



#### **4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL.**

La evaluación sensorial de los alimentos constituye una de las importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. (Ureña, et al, 1999)

La evaluación sensorial es una disciplina, científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las características de los alimentos y materiales que son percibidos por los sentidos de las vistas, olfato y gusto. (Tarazona y D'Arrigo, 1997)

Apreciación Hedónica. Es usado para medir a que nivel de placer, y se determina a partir de cómo agrada o desagrada en una muestra poblacional de potenciales consumidores. Análisis como los de categorización cualitativa son utilizados para determinar la apreciación hedónica de una población. (Tarazona y D'Arrigo, 1997). Los valores obtenidos en las pruebas hedónicas son tratados como cualquier otro parámetro físico en consecuencia pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos tipo, diagrama Pareto, análisis de varianza, análisis de regresión, etc



## V MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada, es de tipo experimental, aplicativo con enfoque cuantitativo, debido a que se va recolectar datos experimentales en laboratorio.

El presente desarrollo de investigación se desarrolló en los laboratorios de alimentos e Investigación de la Facultad de Ingeniería Química y la instalación de la panadería del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustria de la UNAC

### 5.1 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS INSUMOS.

**5.1.1 Materia prima.** Para el desarrollo del proyecto se utilizó las siguientes materias primas:

- Harina de trigo de tipo comercial para panificación;
- Harina de quinua, harina de kiwicha y harina de soya que fueron adquiridos en mercado comercial

#### 5.1.2 Ingredientes y/o aditivos.

- ✓ Manteca Vegetal
- ✓ Mejoradores de masa
- ✓ Levadura (*saccharomyces Cerevisiae*) - Fresca Fleishman
- ✓ Azúcar blanca refinada industrial
- ✓ Sal yodada (Cloruro de sodio)
- ✓ Agua

#### 5.1.3 Equipos.

- ❖ Balanza de 12 Kg. y de precisión  $\pm 10$  mg.
- ❖ Jarras a medida ( 1/2, 1 Lt)
- ❖ Amasadora (Nova) 20 kg
- ❖ Sistema analizador de proteínas, marca VELP SCIENTIFIC
- ❖ Equipo kjeldahl
- ❖ Estufa marca
- ❖ Horno rotatorio por convección marca Nova
- ❖ Mufla marca J LabTech

- ❖ Equipo de extracción de grasas Soxhlet.
- ❖ Balanza determinación de humedad, marca Sartorius modelo MA35
- ❖ Divisora (Nova)
- ❖ Cámara de fermentación (Nova)
- ❖ Mesa de trabajo
- ❖ Horno marca (Nova).
- ❖ Ph metro
- ❖ Pie de rey o vernier

#### **5.1.4 Reactivos y material de laboratorio**

- Éter de petróleo
- Hexano
- Ácido sulfúrico (96%)
- Hidróxido de sodio (0.1N, 0.01N)
- Cloroformo
- Amoniaco
- Fenolftaleína
- Ácido acético
- Cloroformo
- Yoduro de potasio
- Tiosulfito de sodio
- Ácido clorhídrico
- Vasos de precipitado
- Pipetas de 1, 5 y 10 ml
- Fiolas
- Matraz
- Bureta
- Probeta graduada
- Tubos de ensayo con gradilla
- Termómetro.
- Papel filtro.



## **5.2 POBLACION Y MUESTRA**

**5.2.1 Población.** Todos los insumos empleados en la elaboración del pan constituyo el universo del estudio de harina de trigo, harina de kiwicha, harina de quinua y harina de soya.

**5.2.2 Muestra** La cantidad de muestra que se tomó para cada prueba experimental fue de un kilogramo. Cada una de las harinas deben de cumplir la norma técnicas vigentes nacionales o internacionales.

**Harina de trigo:** NTP 205.064:2015. Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir la harina de trigo para consumo humano, la harina de trigo (harina Molitalia S.A) fue adquirido en el mercado local

**Harinas Sucedáneas de la harina de trigo.** Generalidades. NTP 205.040: 2016 3ª Edición. La presente Norma Técnica Peruana establece especificaciones generales que deben cumplir las harinas sucedáneas de la harina de trigo. Las harinas de quinua, kiwicha, y soya fueron adquiridas en el mercado local.

## **5.3 TECNICAS DE PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

### **5.3.1 Análisis de materia prima y producto elaborado**

Los análisis que se realizaron a las materias primas y producto elaborado fueron: análisis proximal, y análisis microbiológico, con la finalidad de estandarizar el proceso, principalmente para conocer sus componentes nutricionales.

#### **A.- Análisis proximal:**

Humedad: Método AOAC 926.07. 2011, NTP 205.037: 1975 (revisado el 2016)

Cenizas: Método AOAC 923 0.3 20th Edition, 2016, NTP 205.038:1975 (revisado 2016)

Proteína: Método AOAC935.39, 18th Edition, 2011, NTP 205.042:1975 (Revisado 2017)



Grasa: Método AOAC 963.22 2011.

Carbohidratos: Método por diferencia

Proteínas harinas sucedáneas, NTP 205.042:1976 (revisado 2017) 1° Edición.

**B.- Análisis microbiológico:** bacterias aerobias mesófilos viables y hongos y levaduras

### **5.3.2 Análisis físicos y sensoriales del producto elaborado**

**Evaluaciones físicas del pan.** En este tipo de evaluación se efectuaron control de peso y volumen específico

**Evaluación sensorial de producto elaborado.** Para el análisis sensorial los datos se obtendrán según el test sensorial de grado de satisfacción.

### **5.3.3 Análisis estadístico**

El programa estadística que se ha utilizado para la valuación de las diversas variables del proyecto fue MINITAP 17

### **5.3.4 Diseño de mezcla porcentaje de sustitución**

Para la ejecución de la parte experimental, lo más relevante es obtener la mezcla de harinas con el que se puede elaborar un pan de alto contenido nutricional. Según Cepeda. R. 2006, los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación.

Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla: harina de trigo ( $X_1$ ) harina quinua ( $X_2$ ), harina de kiwicha ( $X_3$ ) y harina de soya ( $X_4$ )

Se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas todas referidas en porcentaje, que fueron determinados por el diseño experimental de mezclas. (Cuadro N° 5.1)





## 5.4 METODOS DE ANALISIS

### 5.4.1 Análisis fisicoquímico de las harinas. (Proximal)

Las harinas de trigo, quinua, kiwicha y soya se fueron sometidas a un análisis de contenido de humedad, proteína, fibra, cenizas, grasa y carbohidratos, según los métodos recomendados por AOAC.

Humedad: Método AOAC 926.07. 2011, NTP 205.037: 1975 (revisado el 2016)

Cenizas: Método AOAC 923 0.3 20th Edition, 2016, NTP 205.038:1975 (revisado 2016)

Proteína: Método AOAC935.39, 18th Edition, 2011, NTP 205.042:1976 (revisada 2017)

Grasa: Método AOAC 963.22 2011.

Carbohidratos: Método por diferencia

Proteínas harinas sucedáneas, NTP 205.042:1976 (revisado 2017) 1° Edición

### 5.4.2 Análisis fisicoquímico, sensorial del producto elaborado

#### ❖ Propiedades físicas

**Peso:** Se pesó el pan previamente enfriado en una balanza, con el objeto de conocer el peso de cada uno de las muestras.

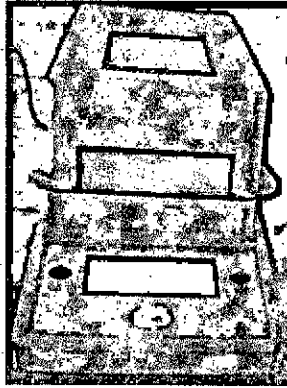
**Volumen específico:** Utilizando una probeta se determinó el volumen específico mediante el método de desplazamiento de semillas de alpiste, luego dividiendo entre el peso de su respectivo tratamiento.

**Diámetro y altura** El diámetro y la altura del pan se determinaron mediante un vernier. El coeficiente de elevación se determinó de acuerdo con la relación entre el diámetro y altura.

#### ❖ Análisis químico

**Humedad.** La humedad se determinó en balanza de humedad, que consiste eliminar el contenido de agua en un gramo de muestra a condiciones de 110 °C de un gramo por una hora, (Figura N° 5.1)

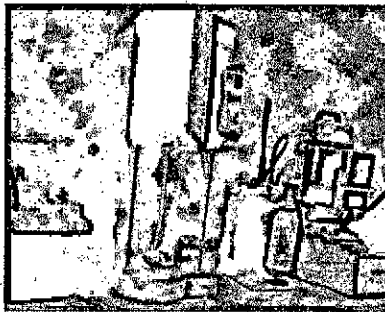
FIGURA N° 5.1  
EQUIPO DE BALANZA DE HUMEDAD



Fuente: Lab: FIQ NAC

**Proteína.** Para determinar contenido de proteína se utilizó el método kjeldahl. (Figura N° 5.1) y para valorar el contenido de nitrógeno amínico presente en la muestra se utiliza el factor de conversión  $N \times 6.25$

FIGURA N° 5.2  
EQUIPO DE KJELDAHL

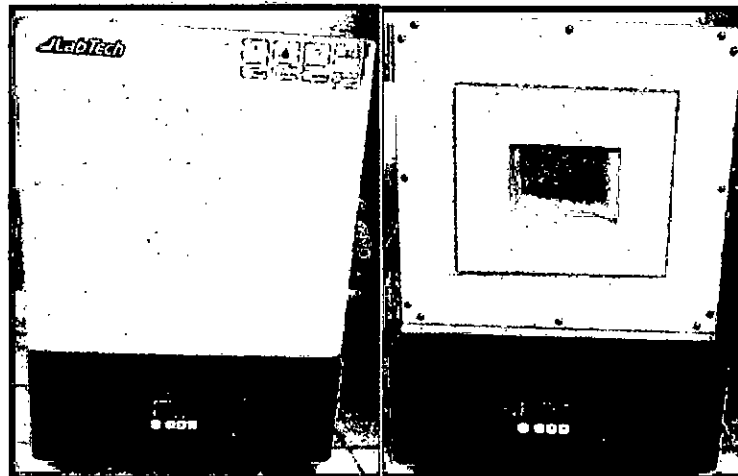


Fuente: Pruebas experimentales Lab: FIQ UNAC

**Cenizas.** Se determinó incinerando las muestras en una mufla, hasta obtener residuos grises o blancos, lo que indica total calcinación, según la metodología AOAC. (Figura N° 5.3)

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso de muestra}} 100$$

FIGURA N° 5.3  
EQUIPO DE MUFLA



Fuente: Pruebas experimentales Lab. FIQ UNAC

**Grasa.** La grasa se determinó siguiendo la metodología AOAC por el método Soxhlet.

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{peso de matraz (grasa)} - \text{peso matraz vacío}}{\text{peso de muestra}} 100$$

**Fibra Cruda.** La fibra cruda se determinó siguiendo la metodología AOAC por hidrólisis, ácido alcalino que consiste en pesar 3 g. de muestra en un vaso de 600 ml., hervir durante 30 minutos con 200 ml. de ácido sulfúrico al 1.25%. Luego de 30 minutos de hervido por 30 minutos más, filtrar lavando con agua destilada, luego se puso a la estufa por tres horas y pesar, este peso se le llama P<sub>1</sub>; luego se coloca a la mufla para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas durante 3 horas y se pesó nuevamente P<sub>2</sub>

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{P_1 - P_2}{\text{peso de muestra}} 100$$

**Carbohidratos.** Se determinó por diferencia de peso después de que se han determinado los análisis de ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda, toda en base

$$\% \text{ carbohidrato} = 100 - (\% \text{ Ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})$$

❖ **Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos realizados a las materias primas según lo estipulado por MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, las harinas deben de hacerse los siguientes análisis microbiológicos con los rangos mínimos y máximos.

CUADRO N° 5.1  
NORMAS SANITARIAS MICROBIOLÓGICAS PARA HARINAS

Microorganismo	Limite por gramo	
	Mínimo	máximo
Mohos	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Escherichia coli	10	10 <sup>2</sup>
Salmonella sp.	Ausencia/25g	-----

Fuente MINSA Resolución Ministerial 2007

Según lo estipulado por MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, los productos de panadería pan, deben de hacerse los siguientes análisis microbiológicos con los rangos mínimos y máximos.

**Mesófilos aerobios viables.** El método empleado es el de recuento en placa por siembra de gotas en superficie. El número mesófilos aerobios encontrados en un alimento es uno de los indicadores microbiológicos de calidad más utilizados de calidad de los alimentos

**Mohos** El método empleado es el de recuento de mohos por siembra en placa en todo el medio. ISO 7954:1982, AOAC 20th Edition, 2016. 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods.

#### ❖ **Evaluación sensorial del pan elaborado**

El análisis sensorial del producto elaborado se determinó con un equipo de 30 jueces de ambos sexos no entrenados. Para esta evaluación sensorial se utilizó el método hedónica, donde las categorías fueron definidas por números según lo recomendado por (Anzaldua, 1994).

- Me disgusta mucho (1 Puntos)
- Me disgusta ligeramente (2 Puntos)
- No me gusta ni me disgusta (3 Puntos)
- Me gusta ligeramente (4 Puntos)
- Me gusta mucho (5 Puntos)

Para determinar la aceptabilidad se calificaran los atributos de sabor, olor, textura y color. El análisis sensorial se realizó según la ficha de evaluación organoléptica, los cuales procesados estadísticamente de acuerdo a las varianzas de cada atributo

#### **5.4.3 Metodología Experimental**

La metodología para el tratamiento de la materia prima, efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de quinua, kiwicha y soya, y el proceso de elaboración de los panes, que se siguió en el presente trabajo se estructuró de la siguiente forma: (Figura N° 5.4)

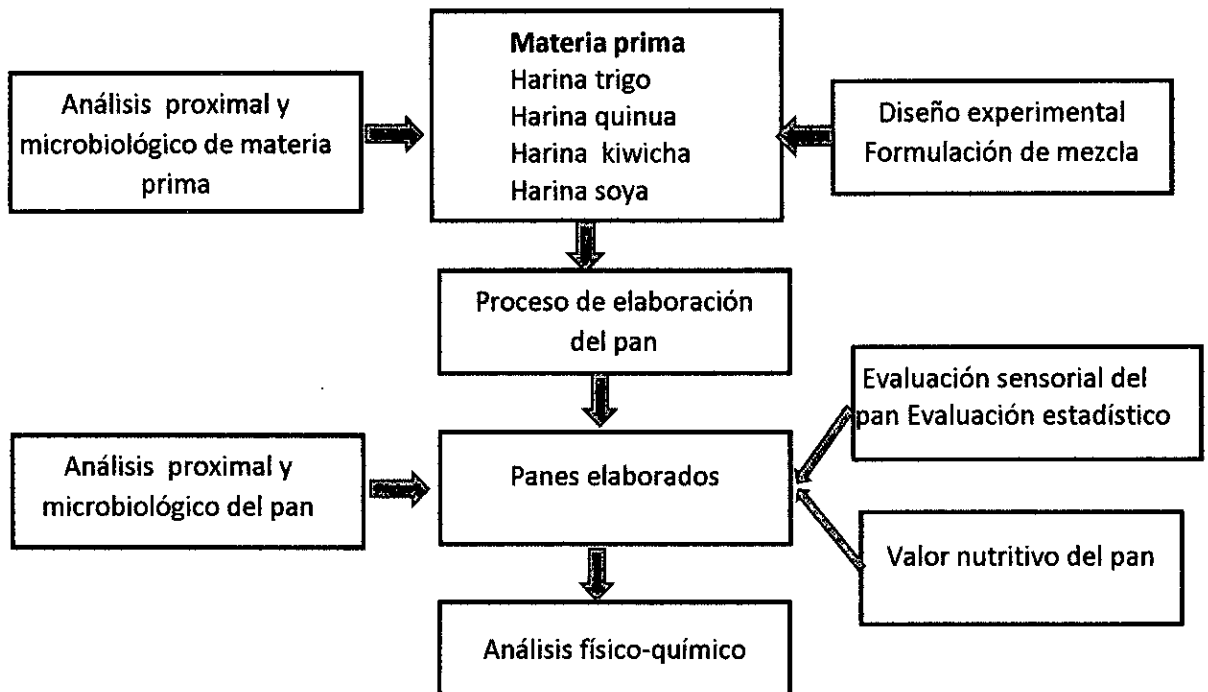
#### **5.4.4 Diseño experimental**

##### **Diseño de mezcla porcentaje de sustitución**

Para la ejecución de la parte experimental, lo más relevante es obtener la mezcla de harinas con el que se puede elaborar un pan de alto contenido nutricional.



FIGURA N° 5.4  
METODOLOGÍA EXPERIMENTAL



Fuente: Pruebas experimentales Lab. FIQ UNAC

Según Cepeda. R. 2006, los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación. Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla fueron: y harina de trigo ( $X_1$ ), harina quinua ( $X_2$ ), harina de kiwicha ( $X_3$ ) y harina de soya ( $X_4$ ) Para la sustitución de la harina de trigo por la harina de quinua, kiwicha y soya se tuvo la siguiente restricción de sustitución entre 5% hasta 20% y la harina de trigo, entre 70% a 85%

Tipo de Harina	Restricción
Harina de trigo	$0.70 \leq X_1 \leq 85$
Harina de quinua	$0.05 \leq X_2 \leq 20$
Harina de kiwicha	$0.05 \leq X_3 \leq 20$
Harina de soya	$0.05 \leq X_4 \leq 20$

Se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas todas referidas en porcentaje. (Cuadro N° 5.2), Se utilizó el diseño de mezclas del tipo de el “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa MiniTab 17, así mismo nos permitió evaluar todas las variables planteadas.

CUADRO N° 5.2  
PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS SUCEDÁNEAS

Prueba	% Harina trigo (X <sub>1</sub> )	% Harina quinua(X <sub>2</sub> )	% Harina kiwicha (X <sub>3</sub> )	% Harina soya (X <sub>4</sub> )
P <sub>B</sub>	100	0	0	0
P <sub>1</sub>	70.00	20.00	5.00	5.00
P <sub>2</sub>	70.00	50.00	5.00	20.00
P <sub>3</sub>	71.875	14.375	6.875	6.875
P <sub>4</sub>	73.750	8.750	8.750	8.750
P <sub>5</sub>	71.875	6.875	14.375	6.875
P <sub>6</sub>	79.375	6.875	6.875	6.875
P <sub>7</sub>	71.875	6.785	6.875	14.375
P <sub>8</sub>	85.00	5.00	5.00	5.00
P <sub>9</sub>	70.00	5.00	20.00	5.00

Fuente: Pruebas experimentales

**Factores en estudio.** Se considera la variable independiente las harinas de distintos niveles en la mezcla siendo estas: Harina de trigo, harina de quinua, harina de kiwicha y harina de soya.

**Variable respuesta.** Características físicas, nutritivas y sensoriales

➤ **Propiedades nutricionales:**

Indicadores: % Proteínas, % carbohidratos, % lípidos. % fibra % Humedad

Los análisis se efectuaron según lo estipulado en el ítem 5.4.1 y 5.4.2

➤ **Propiedades físicas:** Diámetro (cm) y Grosor (cm). Método instrumental

Volumen (cc). Determinado por Método de desplazamiento.

### **Volumen específico:**

$$V = \pi r^2 D$$

Donde:

V = Volumen del pan cm<sup>3</sup>

r = Radio del pan cm

D = Distancia de desplazamiento desde la marca (cm)

### ➤ **Propiedades sensoriales:**

Para la evaluación sensorial se utilizó el método hedónico, cuya escala numérica de puntuación es de 1 a 5 puntos según lo recomendado por (Anzaldúa, 1994) indicando el grado de satisfacción, para cada uno de los atributos: color, olor, sabor y textura, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: "Me gusta mucho" (5 puntos), "me gusta ligeramente" (4 puntos), "no me gusta ni me disgusta" (3 puntos), "me disgusta ligeramente" (2 puntos) y "me disgusta mucho" (1 punto). La ficha de encuesta de degustación para valorar las propiedades sensoriales se muestran en el Apéndice N° 1

Para esta prueba se contó con el apoyo de 30 personas no entrenados entre estudiantes y 19 a 24 años y personal docente y administrativo de 25 a 50 años de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao. Los panes fueron cortados y pesada cada muestra (15 g) para la degustación de los panelistas. A cada panelistas se le entrego una hoja de encuesta (Apéndice N° 1). Los resultados fueron procesados estadísticamente y validados, mediante el análisis de varianza de cada atributo.

### **5.4. 5 Valor nutricional de los panes elaborados.**

Para determinar el aporte nutricional de los panes elaborados, se considera el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos. Primero se determinó el contenido de calorías da cada componente de la mezcla y luego se calculó el aporte nutricional, haciendo uso de la siguiente formula:

$$A = \left( \frac{C * P}{100} \right) * V_e$$





A: Aporte nutricional

C: Peso del alimento (gr)

P: Pesos en gramos de macronutrientes (Proteínas, carbohidratos, lípidos)

V<sub>e</sub>: valor energético de macronutrientes (Kcal)

V<sub>e</sub> de un gramo de proteína = 4 Kcal o 16.70 KJ

V<sub>e</sub> de un gramo de carbohidrato = 4 Kcal o 16.70 KJ

V<sub>e</sub> de un gramo de proteína = 9 Kcal o 37.70 KJ

El aporte nutricional total (A<sub>T</sub>) del producto elaborado está dado por:

$$A_T = \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{C_i * P_i}{100} \right) * V_{ei} \right)$$

#### 5.4.6 Formulación para la elaboración de los panes

El cuadro N° 5.2 se muestra los porcentajes de cada uno de las harinas, para la preparación de las mezclas según el diseño experimental de mezcla y el cuadro N° 5.3 contiene la formulación con la que se procedió a realizar la elaboración de panes.

CUADRO N° 5. 3  
FORMULACIÓN PARA EL PROCESO DE PANIFICACIÓN

Insumos	Cantidades %
Mezcla de harina	100
Levadura fresca	1.8
Manteca	6
Mejorador	0.1
Sal	2.5
Azúcar	1.0
Agua	52.0

Fuente: Pruebas experimentales

#### 5.4.7 Proceso de elaboración de pan.

Después de determinar el porcentaje de mezcla de cada una de las harinas y según las normas técnicas peruanas se procedió a la elaboración del pan según el diagrama de bloques de la figura N° 5.4

- **Pesado:** Esta operación se realizó lo más exacto posible de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación para cada producto.
- **Mezcla y amasado:** Se mezcla todos los insumos secos y luego se agrega el agua, levadura, sal y se sigue mezclando, el amasado se realiza aproximadamente por 10 a 12 minutos con la finalidad de la distribución homogénea de los insumos y un adecuado desarrollo del gluten, dando como resultado a una masa panaria. Figura N° 5.5

FIGURA N° 5.5  
MEZCLADORA AMASADORA



La temperatura de masa debe estar entre 23 y 26 °C y al final se obtiene una masa con distintas características plásticas, es decir, las masas pueden ser tenaces, elásticas o extensibles. (Gimeno Montoya, 2013).

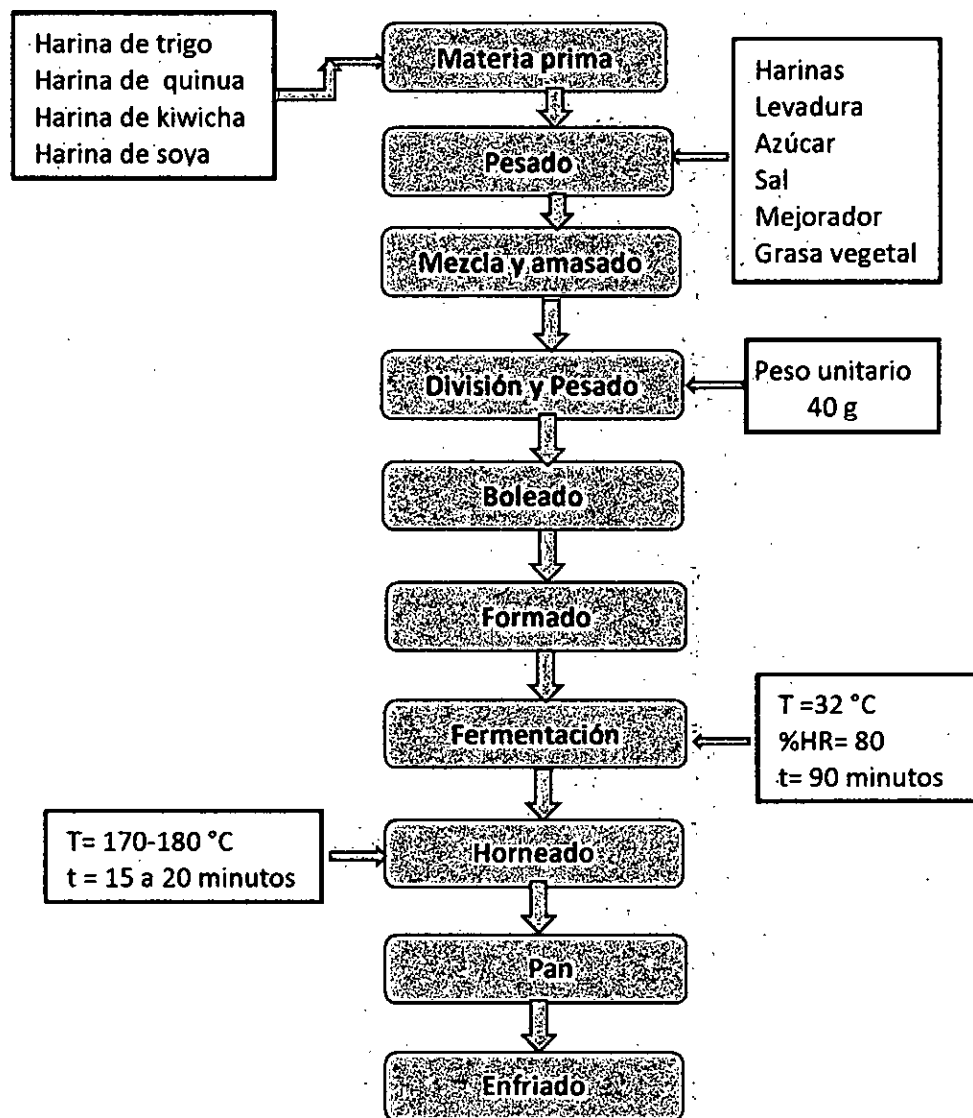
Fuente: Pruebas experimentales

- **División o corte:** Se dividió la masa en porciones iguales cada uno. Para ello se empleó una maquina cortadora divisora, para obtener un peso similar en cada pan se debe tener en cuenta la pérdida de peso de la masa por deshidratación.
- **Boleado:** consiste en producir una capa seca para que en la etapa del formado, sea suave y no produzca desgarres en la masa. Las bolas deben tener cierta flexibilidad, para permitir el 29 formado, y deben presentar un cierre en la parte inferior lo suficientemente hermético para evitar pérdidas de gas durante la fermentación.
- **Formado:** En el formado de las piezas, se realizó en formatos más comunes redondo aplanado. Se debe realizar de manera suave para no causar daños a la masa.
- **Fermentación:** Los panes se colocan la cabina de fermentación donde crece aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30-35°C y



una humedad entre 80 - 85%. Para que el proceso de fermentación se desarrolle correctamente es necesario que el pH de la masa se encuentre entre 5,2 y 5,8 mientras que la temperatura debe oscilar entre 28 y 29°C, las levaduras muestran su mayor actividad a temperaturas entre 35 y 40°C. (Gimeno Montoya, 2013). Figura N° 5.6

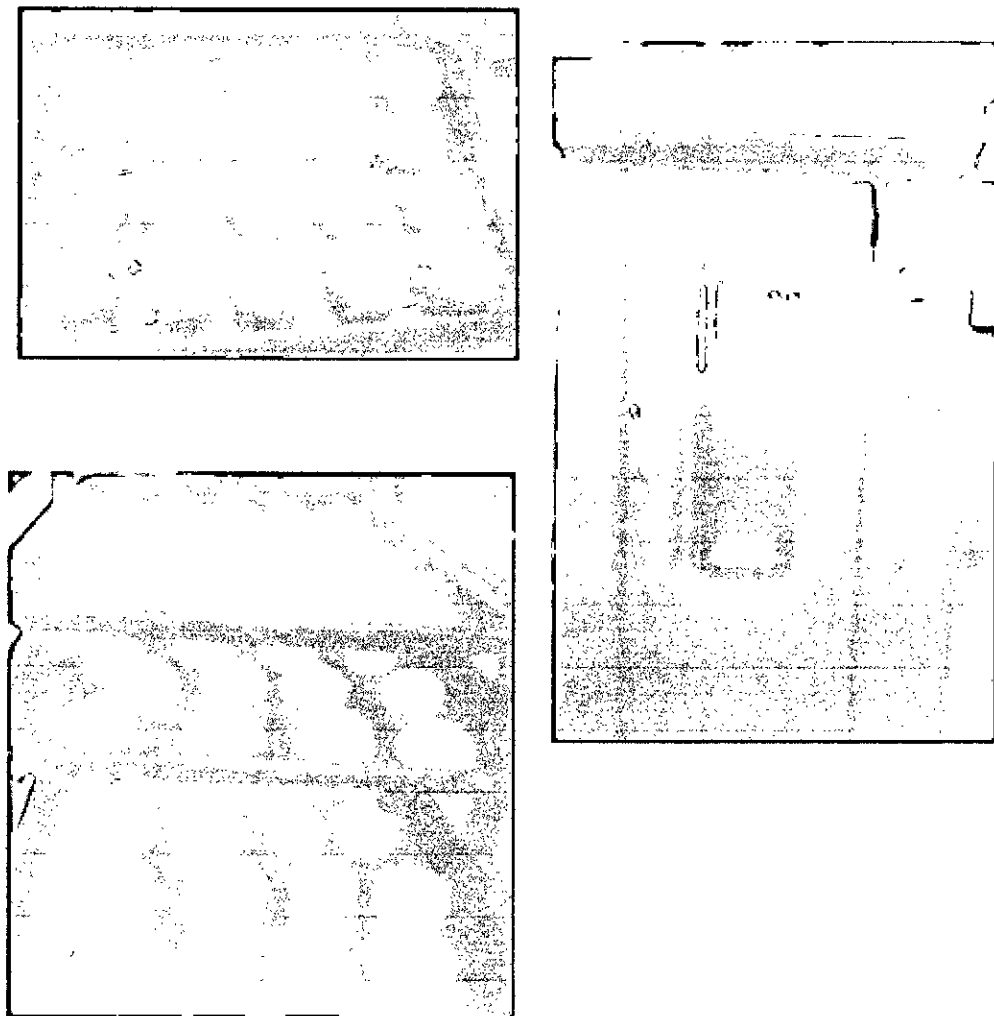
FIGURA N° 5.6  
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESAMIENTO DEL PAN



Fuente: Pruebas experimentales FIQ UNAC

- **Horneado:** Este proceso se llevó a cabo en un horno marca Nova a una temperatura de 170 a 180 °C por un tiempo aproximado de 12 a 18 minutos, y posteriormente se saca para el enfriamiento. Figura N° 5.7

FIGURA N° 5.7  
PROCESO DE FERMENTACIÓN Y HORNO



Fuente: Pruebas experimentales UNAC

- **Enfriamiento:** El enfriamiento se efectuó a temperatura ambiente en la mesa de trabajo. En el Figura N° 5.8 se muestran los panes elaborados

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a vertical stroke.

FIGURA N° 5.8  
ENFRIAMIENTO DEL PAN ELABORADO



Fuente: Pruebas experimentales FIQ UNAC

#### 5.4.8 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos se emplearon métodos estadísticos. El ANVA y método de análisis pareto para determinar si existen diferencias significativas en la escala hedónica en las formulaciones preparadas y la calificación individual de c/u de los panes elaborados.

**5.5 TIPO DE INVESTIGACION.** La investigación que se realizó fue del tipo prospectivo experimental comparativo con enfoque cuantitativo. (Méndez, y col 1990)

La investigación desarrollada es del tipo aplicada. El código de investigación según UNESCO es, 0101- 107

## VI RESULTADOS

### 6.1 Análisis físico químico de la harina de trigo, harina de quinua, harina kiwicha y harina de soya

En el cuadro N° 6.1 se muestra el análisis proximal de las materias primas utilizadas en la investigación dichos análisis es el promedio de tres pruebas experimentales y en el cuadro N° 6.2 se detalla el análisis proximal de la mezcla de harinas según el diseño experimental de mezcla

CUADRO N° 6.1  
ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE TRIGO, QUINUA, KIWICHA, Y SOYA

Componentes (%)	Trigo	Quinua	Kiwicha	Soya
Humedad	12.45	11.2	10.2	9.8
Proteína	10.1	12.7	13.3	40.5
Grasa	1.7	4.3	3.5	2.6
Ceniza	0.95	2.5	1.7	4.7
Fibra cruda	1.6	2.3	2.0	5.1
Carbohidrato	73.2	67.3	69.3	37

Fuente: Pruebas experimentales

CUADRO N° 6.2  
CONTENIDO DE ANÁLISIS PROXIMAL DE LA MEZCLA DE HARINAS SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL DE MEZCLA (g/100g Muestra)

Prueba	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
P <sub>0</sub>	12.450	10.90	1.70	0.95	1.60	72.40
P <sub>1</sub>	11.955	14.15	2.36	1.485	2.29	67.97
P <sub>2</sub>	11.745	15.77	2.10	1.815	2.56	66.12
P <sub>3</sub>	11.933	12.71	2.26	1.482	2.32	69.53
P <sub>4</sub>	11.912	14.27	2.16	1.179	2.35	68.39
P <sub>5</sub>	11.858	12.75	2.20	1.422	2.45	69.75
P <sub>6</sub>	12.027	13.59	2.06	1.366	2.19	68.97
P <sub>7</sub>	11.818	15.01	2.13	1.645	2.45	62.01
P <sub>8</sub>	12.143	13.91	1.97	1.253	2.03	68.85
P <sub>9</sub>	11.805	13.24	2.24	1.365	2.54	69.42

Fuente: Pruebas experimentales FIQ UNAC

## 6.2 Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya

En cuadro N° 6.3 se muestra el Análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya

CUADRO N° 6.3  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE TRIGO, QUINUA, KIWICHA, Y SOYA

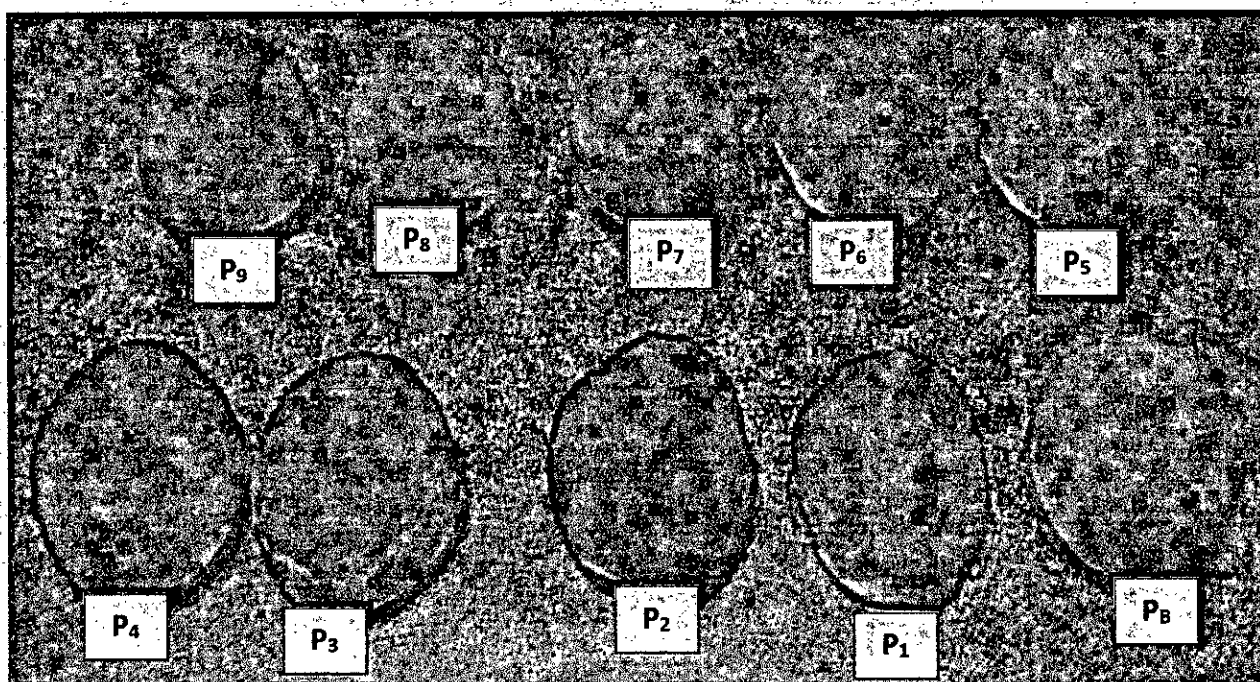
Componentes (%)	Trigo	Quinua	Kiwicha	Soya
Mohos y levaduras (UFC/g)	$9.5 \times 10^2$	$11 \times 10^2$	$11 \times 10^2$	$11 \times 10^2$
Mesofilos totales aerobios (UFC/g)	$14 \times 10^3$	$12 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$12 \times 10^4$
Cauliformes (UFC/g)	-----	$1 \times 10$	$1 \times 10$	$1 \times 10$

Fuente: Pruebas experimentales

## 6.3 Panes elaborados según el diseño experimental de mezcla

Los panes elaborados según el diseño experimental se muestran en las figuras N° 6.1 y 6.2

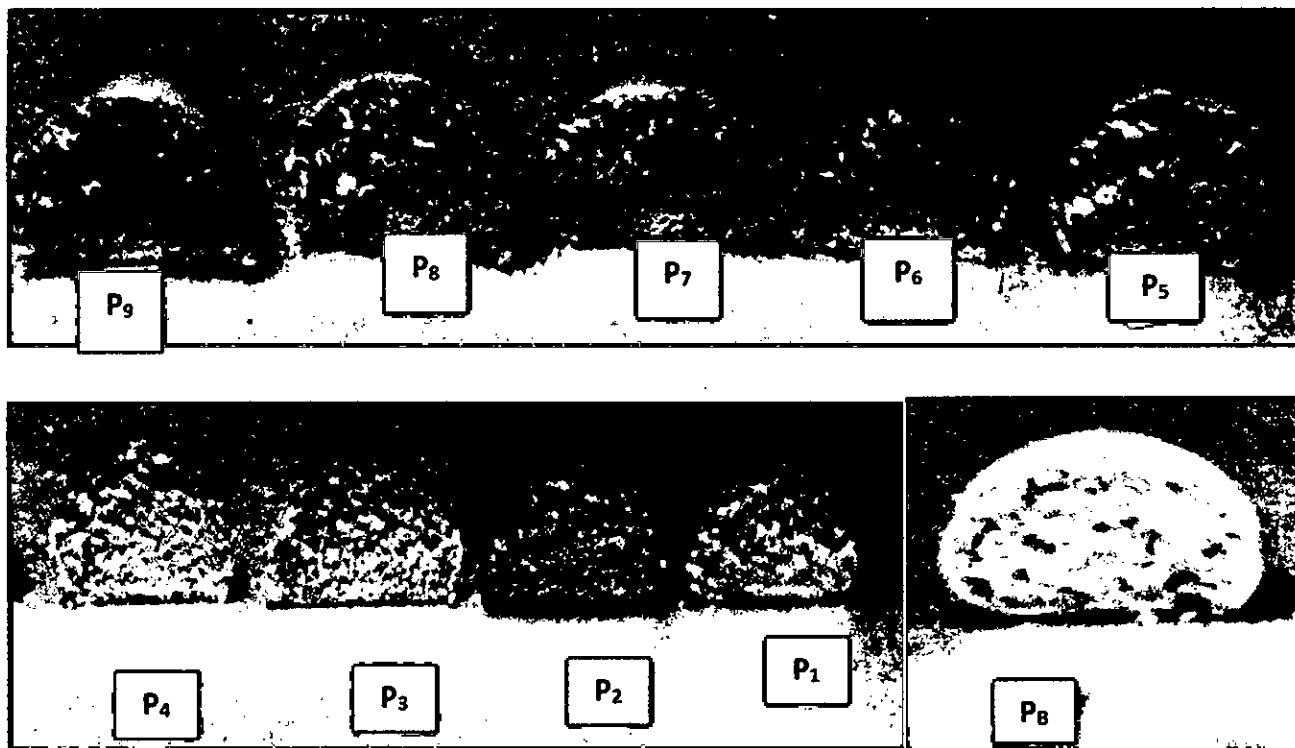
FIGURA N° 6.1  
PANES ELABORADOS SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL DE MEZCLA



Fuente: Pruebas experimentales FIQ UNAC

FIGURA N° 6.2

PANES ELABORADOS SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL DE MEZCLA



Fuente: Pruebas experimentales FIQ UNAC

CUADRO N° 6.4  
CONTENIDO DE ANÁLISIS PROXIMAL DEL PAN ELABORADO SEGÚN EL  
DISEÑO EXPERIMENTAL DE MEZCLA (g/100g MUESTRA)

Prueba	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
PB	26.77	9.09	7.52	3.35	0.58	52.70
P <sub>1</sub>	25.70	13.60	9.14	5.24	0.62	52.27
P <sub>2</sub>	25.25	13.25	8.62	5.10	0.90	46.89
P <sub>3</sub>	25.66	11.04	7.20	5.23	0.83	50.06
P <sub>4</sub>	25.61	13.48	6.11	3.21	0.85	50.74
P <sub>5</sub>	25.50	12.08	6.32	4.02	0.87	51.22
P <sub>6</sub>	25.84	12.55	6.48	3.48	0.79	50.88
P <sub>7</sub>	25.41	13.06	8.45	4.81	0.88	47.46
P <sub>8</sub>	25.11	12.51	6.26	3.42	0.73	52.01
P <sub>9</sub>	25.40	12.60	6.57	3.82	0.91	50.70

Fuente: Pruebas experimentales



CUADRO N° 6.5  
PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAN ELABORADO SEGÚN DISEÑO  
EXPERIMENTAL DE MEZCLA

Prueba	Diámetro (cm)	Altura o grosor (cm)	Volumen especifico (cm <sup>3</sup> )	Peso (gr)
P <sub>B</sub>	7.8	6.8	372.71	46
P <sub>1</sub>	6.7	5.5	236.22	44
P <sub>2</sub>	7.0	5.3	269.39	45
P <sub>3</sub>	6.8	5.5	246.95	44
P <sub>4</sub>	6.4	5.2	205.89	42
P <sub>5</sub>	6.7	5.5	236.22	43
P <sub>6</sub>	6.8	5.2	246.95	44
P <sub>7</sub>	7.3	5.1	305.53	45
P <sub>8</sub>	7.2	5.3	293.15	43
P <sub>9</sub>	6.6	5.4	225.80	45

Fuente: Pruebas experimentales

CUADRO N° 6.6  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PAN ELABORADO SEGÚN EL DISEÑO  
EXPERIMENTAL DE MEZCLA

Prueba	N° de mohos (ufc/g)
P <sub>B</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>1</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>2</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>3</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>4</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>5</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>6</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>7</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>8</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>
P <sub>9</sub>	Ausencia < 10 <sup>2</sup>

Fuente: Pruebas experimentales

CUADRO N° 6.7  
PRUEBAS CON MEJOR EVALUACIÓN SENSORIAL Y ANALISIS  
PROXIMAL

Prueba	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidrato
P <sub>1</sub>	25.70	13.60	9.14	5.24	0.82	52.37
P <sub>2</sub>	25.25	13.25	8.62	5.10	0.90	46.89
P <sub>4</sub>	25.61	13.48	6.11	3.21	0.85	50.74
P <sub>7</sub>	25.41	13.06	8.45	4.81	0.88	47.46
P <sub>8</sub>	25.11	12.51	6.26	3.42	0.73	52.01

Fuente: Pruebas experimentales

#### 6.4 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con 30 jueces no entrenados, con la prueba de la escala hedónica (Anzaldúa 1994), calificando olor, sabor, color, textura, posteriormente procesado estadísticamente para establecer cuál de los tratamientos tiene mayor aceptación.

Según Anzaldúa-Morales (1994), si  $F < F_t$ ; no hay efecto significativo sobre los resultados, y si es mayor o igual si existe diferencia significativa; en este caso, puede obtenerse la diferencia mínima significativa por medio de la prueba de Pareto.

CUADRO N° 6.8  
PROMEDIO DE ATRIBUTOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PRUEBA  
ESCALA HEDÓNICA

Prueba	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
P B	4,8	4,3	4,6	4,6	4,7
P1	4,3	3,8	3,4	3,5	3,8
P2	3,5	3,1	3,1	3,3	3,2
P3	4,0	4,1	4,2	4,1	4,1
P4	4,4	4,6	4,4	4,5	4,5
P5	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
P6	3,4	3,5	3,5	3,9	3,4
P7	4,0	3,8	3,8	3,9	4
P8	4,3	4,0	4,2	4,2	4,2
P9	4,5	4,1	4,4	4,6	4,4

Fuente: Pruebas experimentales

El color es un atributo importante en la evaluación sensorial, puesto que es la característica que define la aceptación o rechazo del producto, por lo tanto el color debe ser uniforme, de color dorado no color marrón oscuro o quemado.

### Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en graficar en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar. En el apéndice N° 4, 5, 6, y 7 se muestra el diagrama de Pareto de la evaluación sensorial de color, olor, sabor y textura

CUADRO N° 6.9  
PRUEBAS CON MAYOR ACEPTABILIDAD SEGUN LA EVALUACION  
SENSORIAL

		PRUEBAS	OTROS	2	3	4	5	OTROS	2	3	4	5
<b>COLOR</b>	P4			3	11	16			10	36,7	53,3	
	P8		6		10	14		20		22,2	46,7	
	P9	1			11	17	3,3			40	56,7	
<b>OLOR</b>	P4				13	17				43,3	56,7	
	P8			8	13	9			26,7	43,3	30	
	P9			6	12	12			20	40	40	
<b>SABOR</b>	P4			2	13	15			6,7	43,3	50	
	P8	1			21	8	3,3			70	26,7	
	P9			3	11	16			10	36,7	53,3	
<b>TEXTURA</b>	P4				16	14				53,3	46,7	
	P8			7	11	12			23,3	36,7	40	
	P9				11	19				36,7	63,3	

Fuente: Pruebas experimentales

### Análisis de varianza de las pruebas de mejores resultados

Se realizó de análisis de varianza a las pruebas de mejores resultados, que

Fueron P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub> se muestran en el anexo N° 2.

### 6.5 Evaluación de contenido proteico del pan elaborado

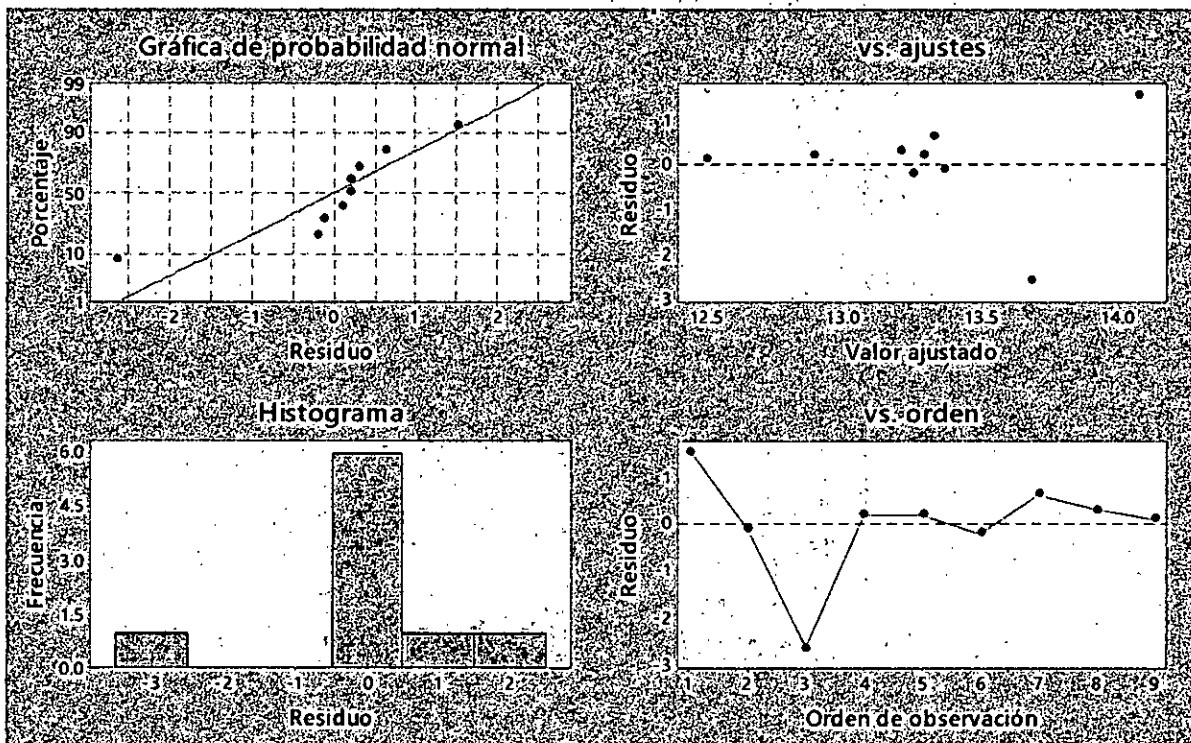
En el cuadro N° 6.10 se puede observar el contenido de proteína y humedad del pan elaborado a diferentes formulaciones según el modelo estadístico de mezclas

CUADRO N° 6.10  
 CONTENIDO DE PROTEÍNA Y HÚMEDAD DE PAN ELABORADO

Prueba	Humedad (%)	Proteína (%)
P <sub>B</sub>	26.77	9.09
P <sub>1</sub>	25.70	13.60
P <sub>2</sub>	25.25	13.25
P <sub>3</sub>	25.66	11.04
P <sub>4</sub>	25.61	13.48
P <sub>5</sub>	25.50	12.08
P <sub>6</sub>	25.84	12.55
P <sub>7</sub>	25.41	13.06
P <sub>8</sub>	25.11	12.51
P <sub>9</sub>	25.40	12.60

Fuente: Pruebas experimentales

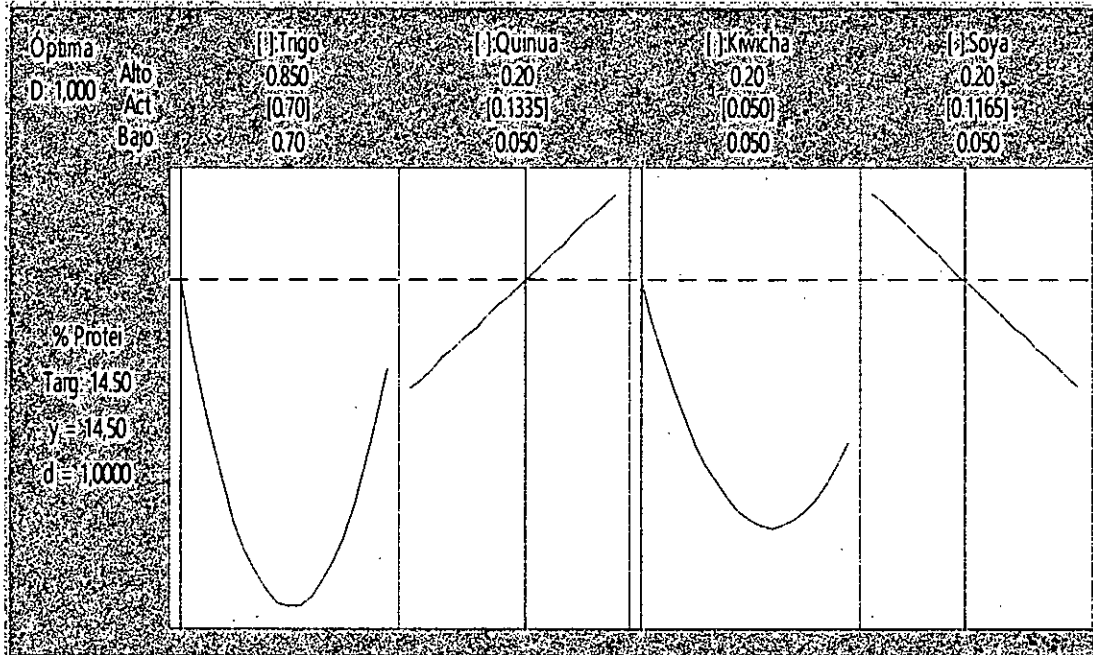
FIGURA N° 6.3  
 GRAFICAS DE RESIDUOS PARA % PROTEINAS



Fuente: Pruebas experimentales

FIGURA N° 6.4

MEZCLA ÓPTIMA SEGÚN EVALUACION ESTADISTICA



Fuente: Pruebas experimentales

CUADRO N° 6.11

MEZCLA ÓPTIMA SEGÚN EVALUACION ESTADISTICA

	%Trigo	% Quinua	%Kiwicha	%Soya
Mezcla	70,00	13,35	5,00	11,70
Optima				
Proteína Optima		14.5%		

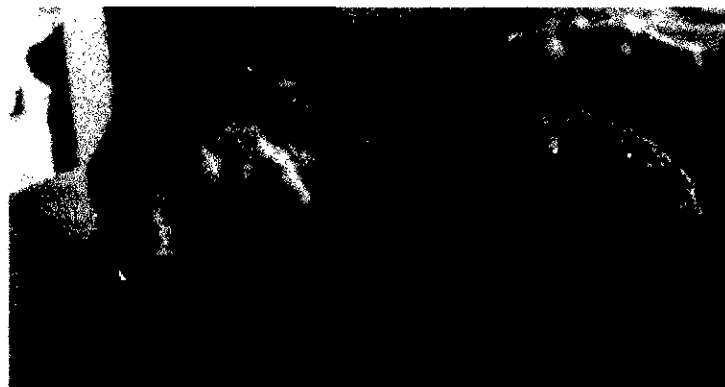
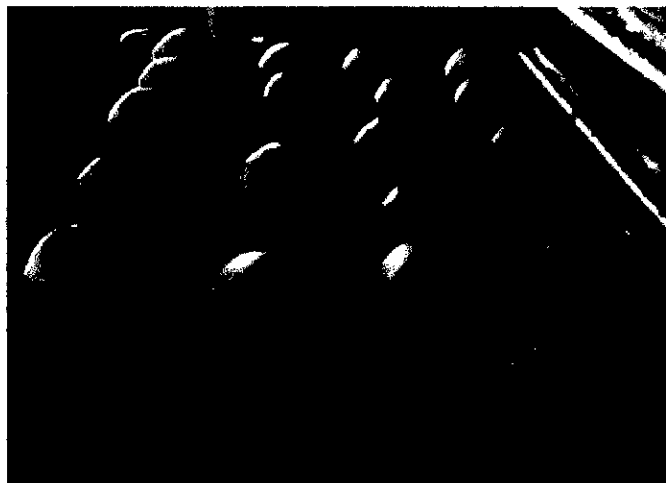
Fuente: Pruebas experimentales.

CUADRO N° 6.12  
ANALISIS PROXIMAL DEL PAN ELABORADO CON MEZCLA ÓPTIMA  
SEGÚN EVALUACION ESTADISTICA

	%	%	%	%	%	%
	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZA	FRIBRA	CARBOHIDRATO
Mezcla Optima	23,26	13.78	5,38	3.20	2.86	51.52
	Proteína Optima		14.5%			

Fuente: Pruebas experimentales

FIGURA N° 6.5  
PAN ELABORADO CON LA MEZCLA ÓPTIMA DE HARINAS SEGÚN  
METODO ESTADISTICO



Fuente: Pruebas experimentales

## VII DISCUSIÓN

### 7.1 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

#### **Hipótesis General**

Con la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de quinua, kiwicha y soya, se ensayaron mezclas a diferentes niveles de sustitución parcial todas referidas en porcentaje. Ver cuadro N° 5.3. Se utilizó el diseño de mezclas del tipo “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa MiniTab 17. Después de varias pruebas experimentales, se determinó una mezcla óptima de harinas y contenido proteico óptimo mediante evaluación estadística, como se ilustra en el cuadro N° 6.11, en el cuadro N° 6.12 se muestra el análisis proximal del pan elaborado con la mezcla óptima, obteniéndose 13,78% de proteína

#### **Hipótesis Específica**

Las características físico química de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya se muestran en el cuadro N° 6.1, donde se reporta el análisis proximal de cada una de las harinas. En el cuadro N° 6.2 se puede ver el análisis proximal realizado de cada una de las mezclas de harinas.

Después de las pruebas experimentales se determinara el porcentaje óptimo de las diferentes harinas mediante evaluación estadística del MINITA 17, se puede observar en la figura N° 6.4 y el cuadro N° 6.12 donde se muestra el análisis proximal del pan elaborado con la mezcla óptima, obteniendo un pan con alto contenido de proteína, en comparado con el pan elaborado con solo de harina de trigo.

Las pruebas físico-químicas, y microbiológicas que se realizaron a los productos elaborados. Se ilustran en los cuadros N° 6.4, 6.5, 6.6 y las figuras N° 6.1, 6.2.

El pan elaborado se sometió a una evaluación sensorial utilizando el minitab 17 cuyos resultados se observan en cuadro N° 6.7, 6.8, 6.9 y los apéndices N°



4, 5, 6, 7. Donde se deduce que las pruebas 4, 8 y 9 son las que proporcionan mayor contenido proteico y de alta aceptabilidad.

## 7.2 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS CON ESTUDIOS SIMILARES

En el cuadro N° 6.1 se muestra el análisis proximal de cada una de las harinas que se utilizó en las pruebas experimentales. El porcentaje de humedad de la harina de trigo fue de 12,45%, harina de quinua de 11.2 %, harina de kiwicha 10.2 % y harina de soya 9.8 %, en el caso de las mezclas de las harinas que se encuentra en el cuadro N° 6.2 el contenido de humedad de las mezclas de harinas fluctúan 11.745% a 12.45% los cuales se encuentran por debajo de 15% límite máximo recomendado por las Normas técnicas Peruanas NTP.

Con respecto al contenido de proteína de cada una de las harinas que se muestran en el cuadro N° 6.1 poseen valores similares a lo reportado por Collazos et al., (1993).

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y soya posee efectos beneficiosos sobre el incremento en el contenido proteico.

Para la ejecución de la parte experimental, lo más relevante es obtener la mezcla de harinas con el que se puede elaborar un pan de alto contenido nutricional. En tal sentido se realizó las mezclas de las harinas, teniendo en cuenta lo estipulado por Cepeda. R. 2006, sobre los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneos no debe ser mayor a 30 %, debido a que las harinas sucedáneas por lo general no poseen gluten que es el elemento principal para mantener su estabilidad al momento de su panificación. Las harinas sucedáneas que se utilizaron para realizar la mezcla fueron: y harina de trigo ( $X_1$ ), harina quinua ( $X_2$ ), harina de kiwicha ( $X_3$ ) y harina de soya ( $X_4$ ). Para determinar el % de las harinas se utilizó el diseño de mezclas del tipo de “diseño experimental de mezcla de vértices en los extremos” empleando el programa MiniTab 17, así mismo nos permitió evaluar todas las variables planteadas. Ver cuadro N° 5.3.





En el cuadro N° 6.2 se puede observar que el contenido de proteínas sufre un incremento significativo, dado que las harinas de quinua, kiwicha y soya contienen mayor contenido de proteína que la harina de trigo. El contenido de proteína de las mezclas de harinas están en el rango de 10.90% a 15.77% donde el valor más alto es de la prueba P<sub>2</sub> que corresponde a 5% de quinua, 5 % de kiwicha y 20 % de soya. Estos resultados son mayores a los reportados por Olga R. Zumarán Alayo, Lucy A. Yglesias Alva 2013, quienes utilizaron harina de esparrago, kiwicha y trigo con contenido máximo de 12.5% de proteína. Del mismo modo Cosinga Cutti Lucho 2016 mezcló harinas de arracacha, quinua y trigo, reportando un contenido de proteína que son semejante al obtenido en presente trabajo

En el cuadro N° 6.3 se muestra el análisis microbiológico de la harina de trigo, quinua, kiwicha, y soya los cuales se encuentran en los límites permisibles establecidos en la R.M N° 1020-2010-MINSA "Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería"

En el cuadro N° 6.10 se puede observar el contenido de proteína y humedad del pan elaborado de las diferentes formulaciones según el modelo estadístico de mezclas, la prueba P<sub>B</sub> es la muestra blanco. El contenido proteico en las diferentes formulaciones fluctúan de 11.04 % a 13.60 %, la prueba P<sub>3</sub> tiene el valor más alto (14 % harina quinua, 7 % harina kiwicha, 7 % harina soya) y el P<sub>1</sub> tiene menor valor (5 % harina quinua, 15 % harina kiwicha, 10 % harina soya), estos resultados son superiores a los reportados por Mendoza Diana y Palacios F. (2013),

El contenido de mayor proteína, del pan elaborado con las mezclas de harinas es de 13.48 % que corresponde a la prueba P<sub>4</sub> con 9 % de harina de quinua, 9 % de harina de kiwicha, 9 % de harina de soya y 73% de harina de trigo

Según la gráfica N° 6.3 el residuo de la desviación entre los datos de la variable respuesta (proteína) está poco dispersa. En el histograma de los residuos se

muestra que los datos son asimétricos. En la gráfica residuos vs. Ajustes se comprueba de que los residuos tienen una varianza constante. Y en el residuos vs. Orden de los datos se comprueba el supuesto de que los residuos están correlacionados entre sí.

En el cuadro N° 6.11 se muestra el contenido óptimo de la mezcla de harinas calculada mediante el programa estadístico Minitab 17 cuya composición fue: 70.00% harina trigo, 13.35 % harina de quinua, 5% harina de kiwicha 11,65 % harina de soya, y el contenido proteico de estadístico reporto 14.5% de proteína, como se muestra en la figura N° 6.4. El pan elaborado con la mezcla óptima de las harinas cuadro N° 6.11, se realizó el análisis proximal donde se puede observar que el valor de la es de 13.78 % muy próximo a la proteína óptima reportado por la evaluación estadística. En la figura N° 6.5 se puede ver el pan elaborado con la mezcla óptima de harinas resultado del método estadístico, y según la evaluación sensorial tuvieron una muy buena aceptabilidad en todas las variables

En el cuadro N°6.6 se encuentra los análisis microbiológicos del producto elaborado en cada una de las muestra, se puede observar la ausencia de mohos en (ufc/g), con respecto a contenido de levaduras se puede ver que es menor que es menor a  $10^2$  ufc/g de pan elaborado con trigo, quinua, kiwicha y soya. Según la Norma Técnica Sanitaria (NTS-071), indica que los productos de panificación y galletas deben tener valores inferiores a  $10^6$  UFC/g, siendo el producto es inocuo y libre de contaminación y apto para el consumo humano. Sobre la evaluación sensorial realizado por los panelistas, se muestra en el cuadro N° 6.8 el promedio de atributos de la evaluación sensorial prueba escala hedónica, y los apéndices N° 4, 5, 6, y 7, del diagrama de Pareto donde se pueden observar los atributos color, olor, sabor y textura y el cuadro N° 6.9, luego de la evaluación de los resultados se deduce que, las pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub> y P<sub>9</sub> poseen la preferencia y aceptabilidad de los panelista. Los valores de la evaluación sensorial de la prueba P<sub>B</sub> (prueba blanco) son muy próximos a las pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub> y P<sub>9</sub>. Finalmente se puede concluir que la prueba P<sub>4</sub>, es la



de mayor preferencia, aceptabilidad y además el contenido proteico es mayor de todas las pruebas realizadas. Los resultados de las pruebas experimentales demuestran que los % de proteínas se incrementa con la mayor sustitución de harina de trigo, sin embargo se debe tener en cuenta el tipo de harina, cantidad que va sustituir la harina de trigo, de esto dependerá el volumen de desarrollo de la masa.

El volumen específico de los panes elaborados en las diferentes pruebas se muestran en el cuadro N° 6.5 se puede observar que los panes no tuvieron el volumen esperado debido al incremento de proteínas en su composición por lo que disminuye la actividad del gluten; reduciendo la fortaleza de su estructura. Mamani (2005) demostró que la disminución en el volumen específico se debió al incremento de sustitución con la harina de maca y habas, en la elaboración del pan, debido al incremento de proteínas en su composición que disminuye la actividad del gluten. Del mismo modo Zumaran Alayo Olga 2015, disminuye el volumen específico del pan elaborado con harina de peladilla de espárrago, harina de kiwicha en función del porcentaje de sustitución de la harina de trigo.



## VIII CONCLUSIONES

El pan de mayor preferencia y aceptabilidad tiene la siguiente composición química proximal: 25.61% de humedad, 13.48 % de proteína, 6,11 % de grasa total, 50.74 % de carbohidratos, 0,85 % de fibra y 3,21 % de cenizas.

El contenido de proteína de la mezcla de harinas está en función a las proporciones de cada una de ellas.

Según el análisis proximal realizado la prueba cuatro contiene un alto contenido proteico y buen valor de aceptabilidad

El pan elaborado con 9 % de harina de quinua, 9 % de harina de kiwicha, 9 % de harina de soya y 73 % de harina de trigo, posee alto contenido de proteína 13.48 % comparado con 9.09 % de proteína del pan con solo harina de trigo.

Según la evaluación sensorial realizada se concluye que las pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub> y P<sub>9</sub> poseen la preferencia y aceptabilidad de los panelista. Siendo la prueba cuatro la de mayor preferencia y aceptabilidad.

La formulación optima según la evaluación estadística es de 70% de harina de trigo, 13.4% de harina de quinua, 5% de harina kiwicha y 11.6% harina de soya, siendo el contenido proteico de 13.87%, según el análisis sensorial muestra mayor preferencia y buena aceptabilidad



## **IX RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estudios de la vida útil de los panes de alto contenido proteico de mayor preferencia y aceptabilidad

Realizar, estudios de las características organolépticas para mejorar más aun las cualidades del pan elaborado.

Elaborar producto, con otros tubérculos andinos, cereales y lograr productos competitivos y aceptables en el mercado. Local.



## X. REFERENCIALES

- A.A.C.C (2000) American Association of Cereal Chemists. Approved Methods, 10th Edition.
- A.O.A.C (2002) Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition, Current Through Revisión # 1 AOAC INTERNATIONAL. Arlington.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1298 pp
- AOAC 20th Edition, 2016. 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods.
- De la Horra, AE, Seghezze, ML, Molfese, E., Ribotta, PD, y León, AE (2012). Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos. *Agriscientia* , 29 (2), 81-89.
- Cunniff, P. (1996). *Métodos oficiales de análisis de AOAC International* (No. Sirsi) i9780935584547). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.
- Aguilar, A., Gleiss, K. K., & Asmat Daza, R. M. (2016). Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba (vicia faba l.), en la elaboración de galletas fortificadas usando panela como edulcorante
- Anzaldúa Morales, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en teoría y la práctica*. Primera edición. Editorial Acriba. Zaragoza-España
- Arroyave Sierra, L. M., & Esguerra Romero, C. (2006). Utilización de la Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación.
- Badui, S. D. Química de los Alimentos (2006). 3ª Edición. México. Editorial. Pearson Education. Págs. 233-241
- Barrera, A., & Herrera, P. (2003). *Caracterización de maíces Criollos para determinar su aplicación industrial* (Doctoral dissertation, Tesis Licenciatura, FQ-UNAM).
- Basman, Esmel, R, (2003), Evaluación de vida en anaquel de pan, Tesis-para optar Título Profesional de Industria Alimentaria- UNALM-Lima- Perú
- Bennion, M; (2004), Formulación de mezclas óptimas basándose en granos y Cereales Andinos en fermentaciones con CO<sub>2</sub>, Boletín Técnico-Lima-Perú.
- Boletín Estadístico "Producción Agrícola y Ganadera" Ministerio de Agricultura

y Riego. 2017

Cárdenas, H. (1991). *Evaluación químico nutricional de cultivares nativos de camote Ipomoea batata (L.) Lam, para su utilización en la forma de rallado como sustituto de trigo en panificación* (Doctoral dissertation, Tesis Magister Science. Universidad Nacional Agraria La Molina).

CANIMOLT-Reporte estadístico (2014). Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo, en *Panorama global del trigo*. Disponible En: <https://drive.google.com/file/d/0B7aliWpRu8y3cklnRmZNNHJUcWc/view> Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2016.

Chaquilla-Quilca, G., Balandrán-Quintana, R. R., Mendoza-Wilson, A. M., & Mercado-Ruiz, J. N. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Ciencia UAT*, 12(2), 137-147.

Callejo González, M. J. (2002). *Industrias de cereales y derivados* (No. E21/58). Ediciones Mundi-Prensa.. Madrid – España.

Cauvain, SP, Young, LS, García Nogueiras, A., y Galiano Gutiérrez, A. (2008). *Productos de panadería: ciencia, tecnología y práctica*. Editorial: Acibia. Zaragoza.

Cepeda Ricardo. (2006) *Modulo de Tecnología de Cereales y Oleaginosas*. Santafé de Bogotá D.C. Editorial UNAD

Barreto Rodríguez, J. F. (2017). Caracterización y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tradicionales de Carhuaz, Ancash, Perú.

CIMMYT. (1975) “Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo”. Págs. 13 – 19. México.

Fischer, RA, Howe, GN, e Ibrahim, Z. (1993). Trigo de primavera irrigado y tiempo y cantidad de fertilizante nitrogenado. I. Rendimiento de grano y contenido de proteína. *Field Crops Research* , 33 (1-2), 37-56.

FAO “Trigo en la Alimentación Humana” 1990. Tomado Luz Gómez Pando, El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos UNALM

Coello Ojeda Karin E. (2011), “*Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social*” (Doctoral dissertation). Tesis de grado Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil Ecuador

Collazos C, PL White, HS White, E Viñas, E Alvestur (1993). La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición, Banco Central de Reserva, Lima.

- Cosinga Cutti, L. (2016). Optimización de parámetros fisicoquímicos de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harinas de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza* L.) y quinua (*Chenopodium Quinoa Willc*).
- COVENIN. (1994) Comisión Venezolana de Normas Industriales. *Harina de trigo. Norma Venezolana N° 217 – 94*. Fondo norma. Caracas – Venezuela. p 5.
- CPI, (2007) Comisión Permanente de Investigación, Caracas, abril de 2007
- CHARLEY H. (1987). Tecnología de alimentos: Proceso químico y físico en la preparación de alimentos. Editorial LIMUSA S.A. México 1era y 2da edición.
- CHEFTEL, J. C. (1980). *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Technique et Documentation: Enterprise Moderne*. Vol. I. Edit. Acribia. Zaragoza - España.
- David, L. J. (2004). Fortificación de harina de trigo en América Latina y región del caribe. *Rev Chil Nutr*, 31(3), 336-47.
- Delgado A. (1981). *Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación*. Universidad Nacional Agraria Programa Académico de Industrias Alimentarias. La Molina, Lima
- DESROSIER, N.W. (1996) Elementos de tecnología de alimentos. 11ª Reimpresión. México. Editorial Continental.
- DESROSIER; F, (2005), Aplicación de fermento de tubérculos Andinos en panificación, Tesis para optar Ing. Químico Universidad Nacional de Huamanga-Ayacucho-PERÚ
- Early, D.K. 1990. Amaranth production in Mexico and Peru. p. 140-142. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, OR.
- Echeverría, T. (1998). Tecnología para la producción de maíz amarillo duro y transferencia de tecnología. *Ministerio de agricultura. Tarapoto-Perú*.
- Escobedo Alvarez, G. V. (1985). *Obtención de harina precocida de papa a nivel de planta piloto y su caracterización* (No. TX558. P8 E86-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Industrias Alimentarias.
- Espinoza, E. (1998). *Determinación de humedad y Evaluación sensorial de los alimentos*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohoman-Tacna-Perú
- FAO/OMS/ONU; (1999). *Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación* Instituto nacional Agropecuario INIA – Lima pág 205.
- FAO "Trigo en la Alimentación Humana" (1990). Tomado Luz Gómez Pando



- Flores Cruz Didi Juan. 2015 *Procesamiento De Productos Agropecuarios Andinos* Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac UNAMBA
- García, M. (2012), *Tecnología de Cereales*. Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.: <https://goo.gl/oHGHS G>
- Gimeno Montoya, M. T. (2013). *Mejora de las características tecnológicas y de los perfiles sensorial y nutricional de un producto de panificación mediante la formulación con aceite de oliva virgen*. Universidad de Lleida.
- Gimeno, A. (2006). Microbiología de cereales. [Documento en línea] disponible en: [http://www.engormix.com/s\\_ articulos \\_view.asp?AREA=MYC&art=342](http://www.engormix.com/s_ articulos _view.asp?AREA=MYC&art=342) [Consulta: 11 - 06 - 2015].
- Godet, H; (2003), *Establecimiento de la condiciones ópticas a nivel de Laboratorio y de planta piloto para preparación de masa indirecta para elaborar panes* - Tesis para optar Ing. En Industrias Alimentarias- UNALM-LIMA.
- Gómez Panda, L., & Ibañez Tremolada, M. (2012). Determinación de la calidad de la harina de kiwicha como sustituto del trigo harinero en la elaboración de panes III. *Revista especializada de la panificación, pastelería, heladería, chocolatería y afines*. Lima, Perú, UNALM
- Gómez Pallarés, M, León, A. E., Rosell, C. M.,, Brites, C., Haros, M., Trigo, M. J., ... & Collar, C. (2007). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. ISEKI-Food.
- Hartf, J; Burgos, L. Y Justino, B. (1984) *Análisis moderno de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 619p.
- Hoffman, E., Mesa, P., Cadenazzi, M., Fernández, R., Baeten, A., Cadenazzi, M.,... & Cadenazzi, M. (2010). *Caracterización de cultivos de trigo 2009*. Paysandú, Facultad de Agronomía
- Hoseney, R. C. (1991). *Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales*. España. Acribia S.A.
- I.C.C (Internacional Cereal Chemists);
- I.C.M.S.F (Internacional Comisión On Microbiological Specifications For Todos)
- ISO 7954: (1982), AOAC 20th Edition, 2016. 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods.
- ITINTEC.1985. 204.045. Norma Técnica Peruana (NTP) "Harinas sucedáneas".



- KOEHLER Y WIESER, H. (2013). Handbook on sourdough biotechnology. In M. Gobbetti and M. Gänzle (Eds.), Chapter 2: *Chemistry of Cereal Grains* (Sixth edition) (pp. 11-45). New York, USA: Springer Science+Business Media
- Kalaydjian, AE, Eaton, W., Cascella, N. y Fasano, A. (2006). La conexión del gluten: la asociación entre la esquizofrenia y la enfermedad celíaca. *Acta Psychiatrica Scandinavica* , 113 (2), 82-90.
- Kent. N.L. (1998) *Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencia de los alimentos y agricultura*. Zaragoza España. Editorial Acribia, S.A.
- KENSELLA, J. E.; (1971). Criterio funcional para incrementar la utilización como materia prima de leguminosas, tubérculos y cereales para la obtención de panes y galletas crocantes. México D.F. publicado por *Asociación americana de Soya. Catálogo N° 36*
- Kinsella, JE y Franzen, KL, (1974). Parámetros que afectan la unión de compuestos de sabor volátiles en sistemas de alimentos modelo. I. Proteínas. *Diario de química agrícola y de alimentos*, 22 (4), 675-678.
- Bhargava, A., & Ohri, D. (2016). Origin of Genetic Variability and Improvement of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In *Gene Pool Diversity and Crop Improvement* (pp. 241-270). Springer, Cham
- Lescano Rivero, J. L. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca* (No. CD-IIICA-: A50. W2-L4g). Programa Interinstitucional de Waru Waru. Puno – Perú
- Llaras Joaquin. (2014) *panes con oficio-true bread manual profesional de panes y masas enriquecidas*. España. Editorial Vilbo Barcelona
- Lozano, A. X. C., & Rubiano, A. J. (2007). Caracterización de tres ecotipos de quinua" *Chenopodium quinoa* Willd" mediante técnicas agroecológicas, en dos zonas agroclimatológicamente diferentes del departamento de Cundinamarca. *Inventum*, 2(2), 89-101.
- Magno, Meyhuay, (2006) *Composición química y valor nutricional del grano de quinua y derivados*. Instituto de Desarrollo Agroindustrial.
- Matos Chamorro, R. A. , & Alegre, K. I. M. (2010). Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Revista de investigacion en Ciencia y Tecnologia de Alimentos*, 1(1).
- Mats, Z; (2002), *Procesamiento de pan, Yuca y harina de trigo, inclusión de gluten*-Tesis para optar Ingeniero en Industrias Alimentarias-UNALM-Lima-Peru.

- Mendoza-Pérez, D. G., & Palacios-Morales, F. N. (2013). Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y soja (*Glycine max*). *Revista Científica de Ciencias de la Salud*, 6(1).
- Millan L. E. et al (1972) *Radio sensibilidad de la Quinua a las radiaciones neutras Gama*. Cali. Tesis de grado. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Cali. Facultad de Agronomía.
- MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano
- Morton; S, (2003), *Elaboración panes basado en mezclas de trigo y papa*; para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias – Lima - Perú – 110p.- 122p.
- Mujica, A. (2004). Descriptores para la caracterización de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Memorias del Seminario-Taller Nacional sobre Caracterización de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres en el Perú*. INIA, PNUD-Proyecto In situ. Chosica, 19-20. Lima
- Mujica, A., Izquierdo, J., Marathee, J. P., & Capítulo, I. (2001). Origen y descripción de la quinua. *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. Editores. Mujica, A., Jacobsen, SE, Izquierdo, J., Marathee, JP). FAO, UNA, Puno, CIP. Santiago de Chile, 9-29.
- Mujica Ángel & Sven-E. Jacobsen, 2006, La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú
- Montgomery, D. 2006. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición Editorial Limusa, S:A. ISBN13:978-968-18-6156-6.427-472.
- Pascual Chagman, G., & Zapata Huamán, J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum L.* por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus L.*, usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Revista de la sociedad química del Perú*, 76(4), 377-388.
- Porr, M. (2012). Amaranato: planta latinoamericana con fuerzas colosales. *Revista Mexicana de semillas*, 11-3.
- Primo Y. E. (1998). *Química De Los Alimentos*. Editorial Síntesis. Madrid – España.
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Acribia. Zaragoza, España. p. 239-258.



- Quaglia, (2004), *Almacenamiento e industrialización de pan en Cereales y tubérculos* (Departamento tecnología de alimentos). Edición progreso alta 202 – planta alta México.
- Ramos, N., Lúquez, J., & Eyherabide, G. (2006). Calidad de le harina de soja sometida a distintos tratamientos térmicos para inactivar los factores antinutricionales. *Tecnol Proces*, 681-3.
- Rabines, J. (2009). Estudio sobre la situación de importación de harina de trigo en el Perú. *Dirección general de competitividad agraria. Publicaciones gestión*, (3).
- Rey L. (1995). Norma del Codex para la Harina de Trigo. Codex Stan 152
- Reyes, M. A., Palomo, P. D., & Bressani, R. (2004). Development of bakery products for greater adult consumption based on wheat and rice flour. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 54(3), 314-321.
- Reynoso Zelmira, & Lastarria, S. (1994). Panificación Básica. *Publicación N°01/94*.
- Ridner, E., Gamberale, M., Burachik, M., Lena, M., Rubinstein, C., & Levitus, G. (2008). *Alimentos transgénicos: mitos y realidades*. SAN Sociedad Argentina de Nutrición.
- Programación de investigación en alimento-UNA La Melina. Lima-Perú.*
- Salazar, JJ et al. (2011). La harina de ñame (dioscorea alata), un ingrediente potencial en la elaborauela, UDO
- Shewry, PR, y Halford, NG (2002). Proteínas de almacenamiento de semillas de cereales: estructuras, propiedades y papel en la utilización del grano. *Diario de botánica experimental*, 53 (370), 947-958.
- Shewry, PR, D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Jenkins, JA, Mills, EC, y Békés, F. (2009). Proteínas de grano de trigo. *Trigo: química y tecnología* , (Ed. 4), 223-298.
- Sibina, D. L. R., Laura, M. I. M., Zagaceta, C. C., Zagaceta, F. C., & Huayta, L. A. (2001). Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1(1), 43-48.
- Stallknecht, GF, y Schulz-Schaeffer, JR (1993). Amaranto redescubierto. *Nuevos cultivos*. Wiley, Nueva York , 211-218.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., y Walton, J. (2012). El salvado de trigo: su composición y beneficios para la salud, una perspectiva europea. *Revista internacional de ciencias de la alimentación y nutrición* , 63 (8), 1001-1013.

- Sumar, K. L. (1993). La kiwicha y su cultivo. *Centro Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.*
- Sumar Kalinowski, L. (1982). *Amaranthus caudatus* El Pequeño Gigante. In *Tercer Congreso Internacional de Cultivos Andinos, La Paz) Universidad Nacional del Cusco, Perú Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos.*
- Tapia, M. E. (1997). Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la Alimentación- Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. *Santiago, Chile, 99-103.*
- Tapia, M. E & Fries, A. M., (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos.* FAO, ANPE-PERÚ.
- Tarazona, D. A, (1997); *Análisis sensorial de los alimentos*, editorial Florianópolis Brasil.
- Tejero, Francisco. (1995) *Panadería Española 2.* Editorial: Montagud. Barcelona
- Temprano, DK (1990). Producción de amaranto en México y Perú. *Avances en nuevos cultivos. Prensa de madera, Portland, O, 140-142.*
- Ureña Peralta, M., D'Arriego Huapaya, M., & Girón Molina, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos, aplicación didáctica* (No. Q04 U7). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Industrias Alimentarias.
- Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. *Universidad Nacional Autónoma de Honduras centro universitario regional del litoral Atlántico (CURLA), departamento de producción vegetal asignatura cultivos de grano Sección, 10(01).*
- Velasquez Velasquez, L. R. (2011). Evaluación de la vida en anaquel de pan con sustitución parcial de harina de oca (*oxalis tuberosa* mol). Tesis Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ciencias Agrarias, Puno Perú
- Villarán, K. W. (2009). Plan de negocios. *Herramientas para evaluar la viabilidad de un negocio, USAID Perú y Ministerio de la Producción, Perú.*
- Yáñez, E., Ballester, D., Aguayo, M., & Wulf, H. (1982). Enriquecimiento de pan con harina de soya. *Arch. latinoam. nutr, 32(2), 417-28.*
- Zumarán Alayo, O. R. D. P, Iglesias A. L. A. (2015). Optimización de las características físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de peladilla de espárrago, kiwicha y trigo. Tesis Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo Perú



### **Páginas de internet**

- <http://doi.org/0022-1163/81/0600-0291> tomado el 1-3-2018
- <http://doi.org/10.1007/s13197-011-0260-0> tomado el 1-9-2018
- [http://doi.org/10.1016/0022-2496\(75\)90026-7](http://doi.org/10.1016/0022-2496(75)90026-7) tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.044> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.12.021> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.12.001> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.020> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.03.007> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.006> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.jada.2011.09.007> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.005> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.015> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.020> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.045> tomado el 1-9-2018
- <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.029> tomado el 1-9-2018
- [www.gettyimages.es](http://www.gettyimages.es), tomado el 1-9-2018
- <http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>.  
Tomado 27-8-18
- <http://www.yara.com.pe/croplnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/>
- <https://alimentos.org.es/nutrientes-harina-soja>, tomado 16-5-2018
- [http://http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=851-75872014000100006](http://http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=851-75872014000100006)
- <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323->
- <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/11310/1014244>
- <http://panmana-enrique.blogspot.com/2008/10/conceptos-en-panificacin.html>
- <https://alimentos.org.es/nutrientes-harina-soja>, tomado 16-5-2018
- <http://www.yara.com.pe/croplnutrition/crops/trigo/informacion-esencial/>



## APÉNDICE N° 01

### PRUEBA DE ANALISIS SENSORIAL CON ESCALA HEDONICA

#### INDICACIONES

Edad: .....

Sexo:.....

Evaluación de Pan en cuanto a atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

Realice la calificación de cada muestra, marcando el valor numérico correspondiente en cada columna

ESCALA EDONICA	VALOR NUMERICO
• Me disgusta mucho	1
• Me disgusta ligeramente	2
• No me gusta ni me disgusta	3
• Me gusta ligeramente	4
• Me gusta mucho	5

N° MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
P7					
P8					
P9					

MUCHAS GRACIAS

**APENDICE N°02**  
**EVALUACION SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD**

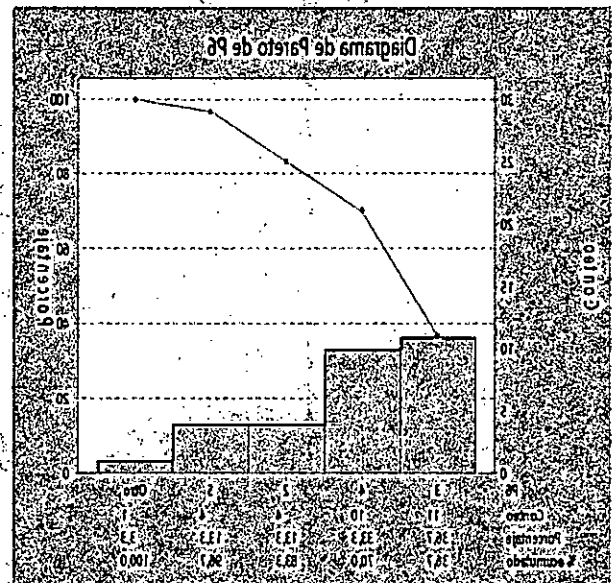
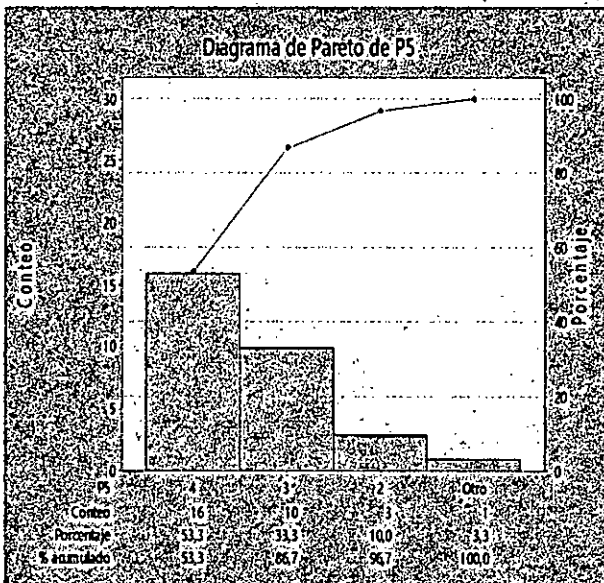
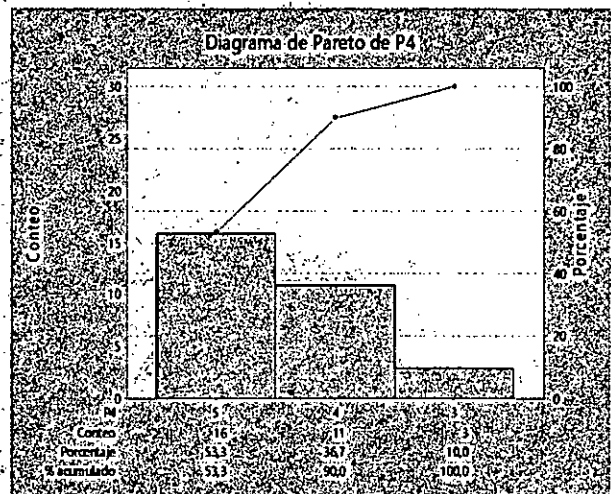
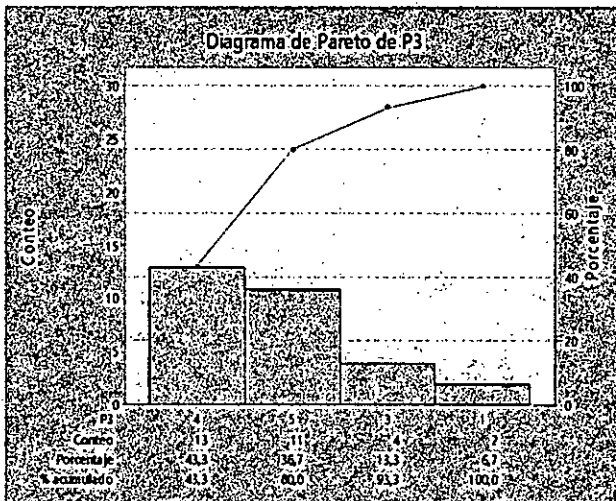
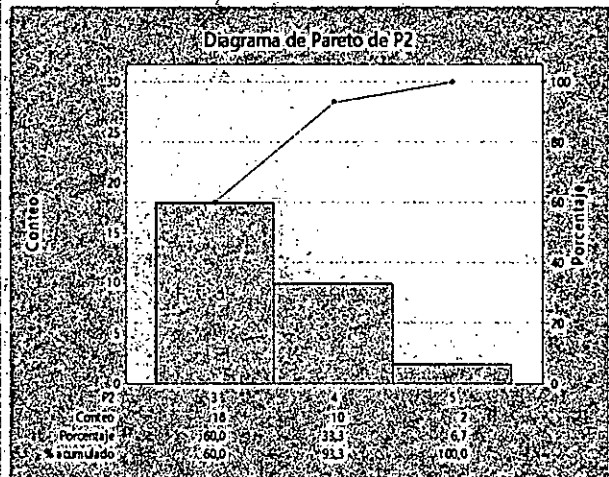
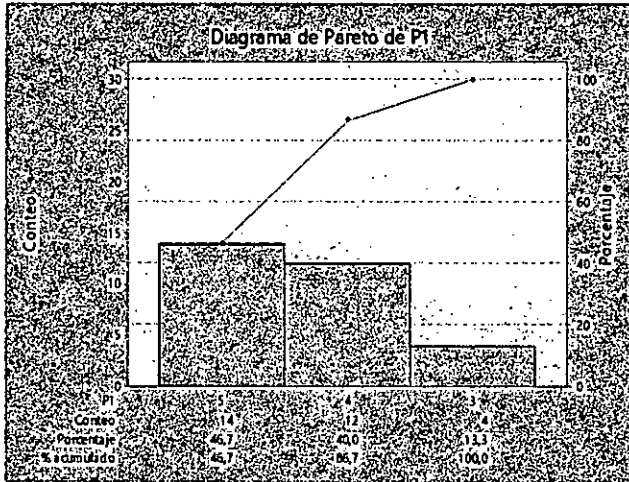
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PB
4	4	4	5	3	4	4	4	5	5
5	4	4	5	4	5	5	5	5	5
3	3	3	5	3	2	4	4	5	5
3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
3	3	4	5	3	3	4	5	4	5
4	3	3	3	4	2	4	4	3	5
4	3	4	5	4	4	4	5	5	5
4	3	4	4	4	3	4	5	5	5
4	3	4	4	2	3	4	5	5	5
4	4	4	4	3	4	4	3	4	5
5	3	5	4	4	5	3	4	3	4
3	4	4	4	3	4	3	4	4	4
3	3	5	5	3	3	3	4	5	5
4	3	5	5	3	3	4	4	4	5
4	3	4	5	4	4	4	5	5	5
5	4	4	5	4	4	4	4	5	5
5	4	4	5	4	5	5	5	5	5
3	3	3	5	3	3	4	4	5	5
3	3	3	4	3	3	3	3	4	4
3	3	4	5	4	3	4	5	4	5
4	3	4	4	4	3	4	4	4	5
4	3	4	5	4	4	4	5	5	5
4	3	4	4	4	3	4	5	5	5
4	3	4	4	3	3	4	5	5	5
4	4	4	4	3	4	4	4	4	5
4	3	5	4	4	5	3	4	4	4
3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
3	3	5	5	3	3	3	4	5	5
4	3	5	5	4	3	4	4	4	5
4	3	4	5	3	4	4	4	5	5





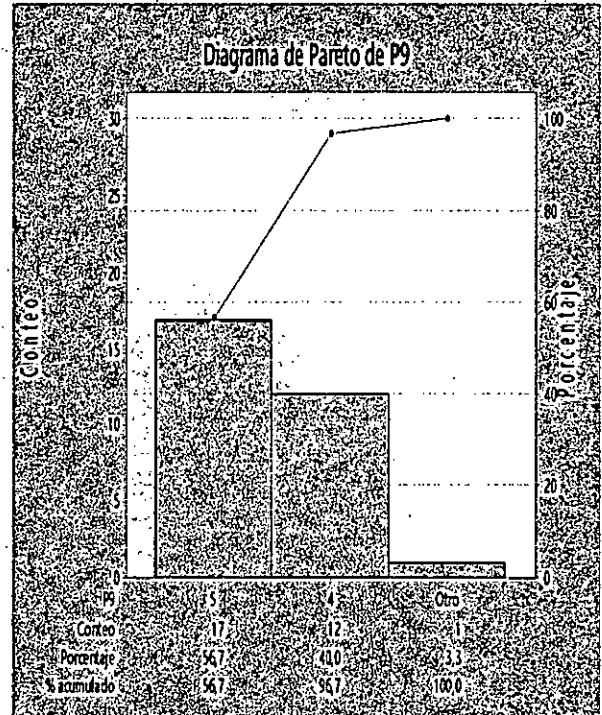
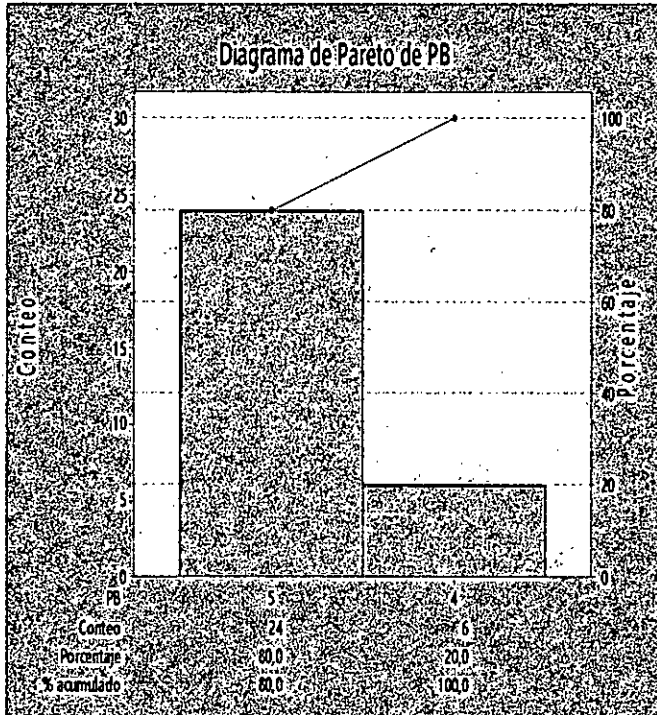
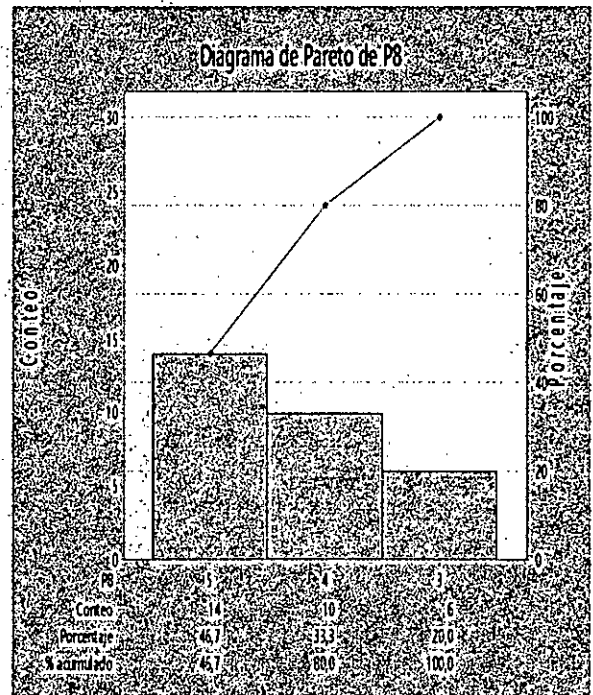
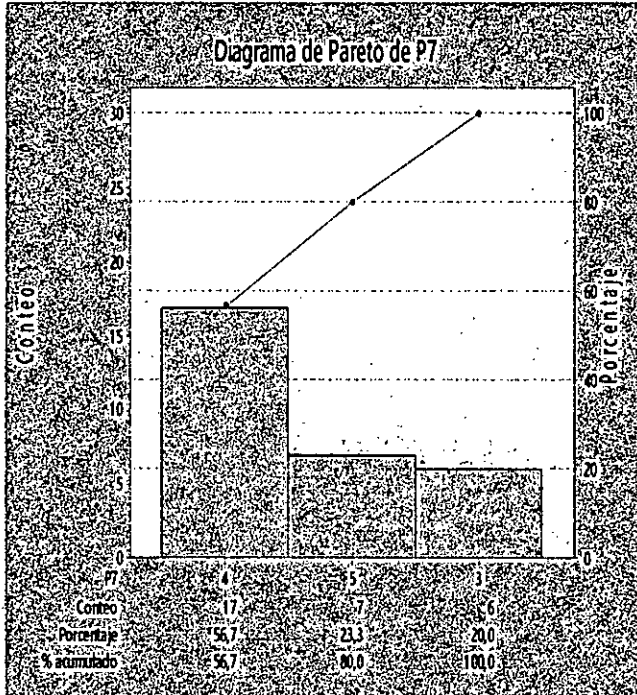
## APENDICE N° 4

### EVALUACION SENSORIAL DE COLOR - DIAGRAMA DE PARETO



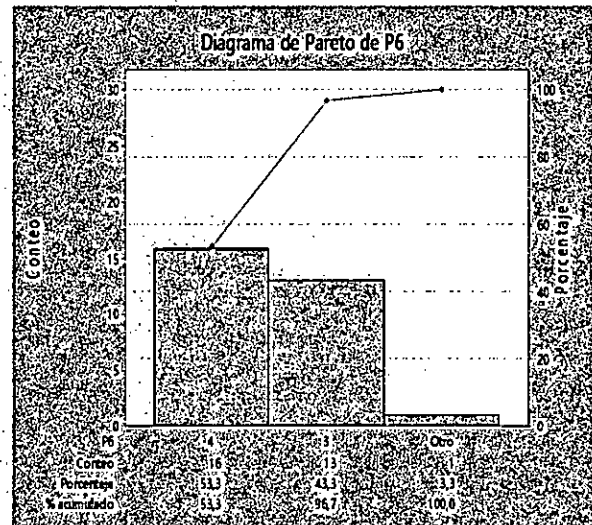
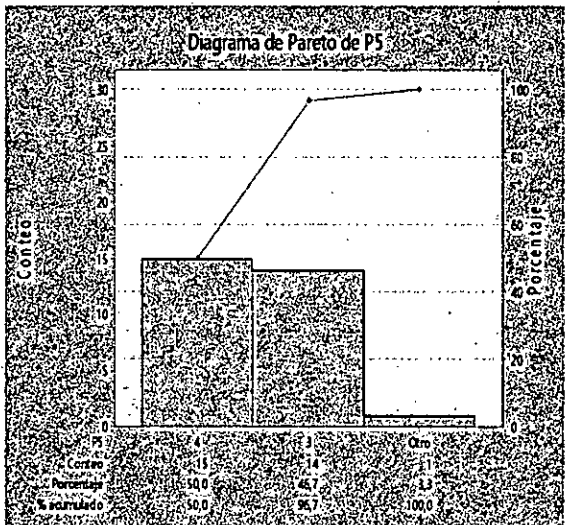
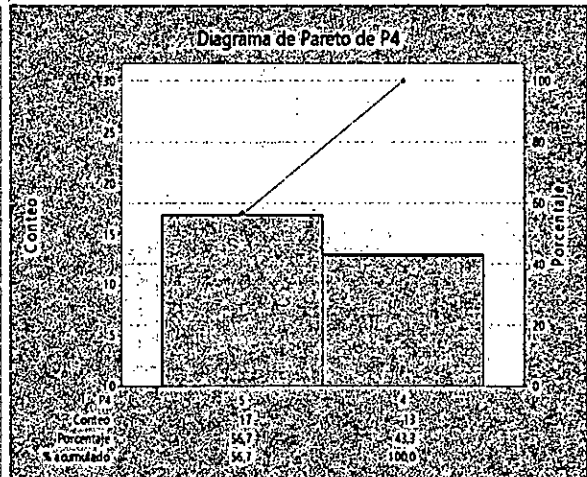
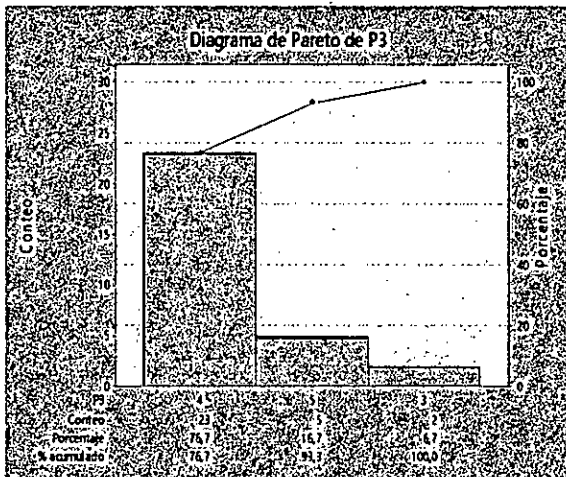
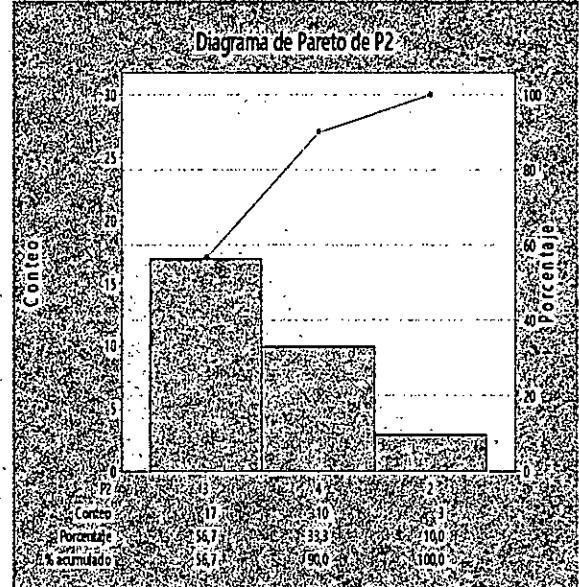
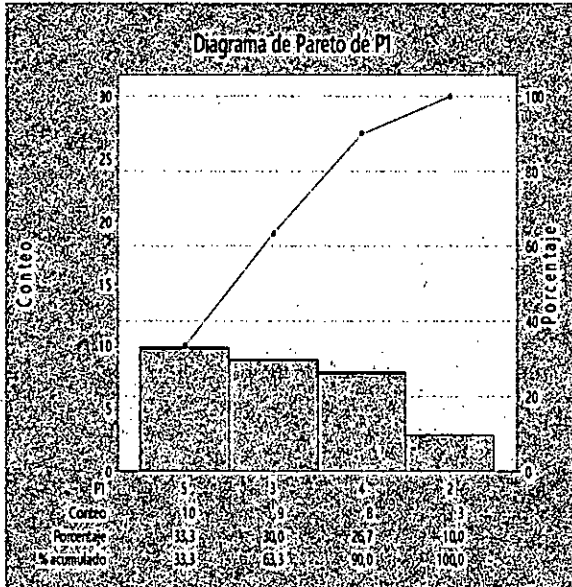
## CONTINUACION APENDICE N° 4

### EVALUACION SENSORIAL DE COLOR - DIAGRAMA DE PARETO



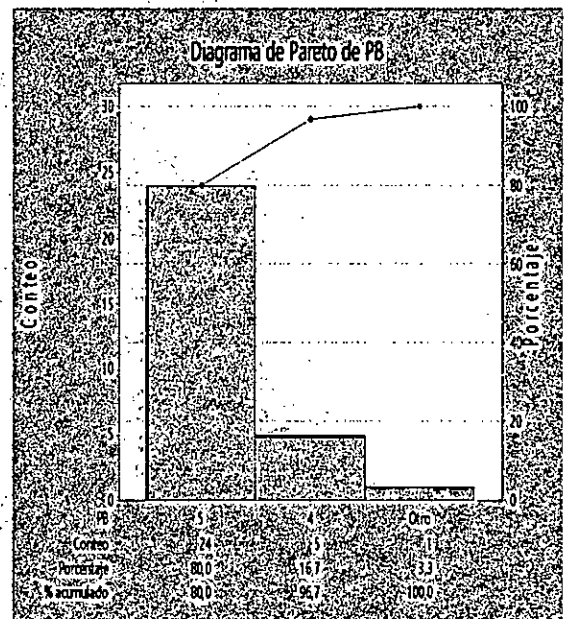
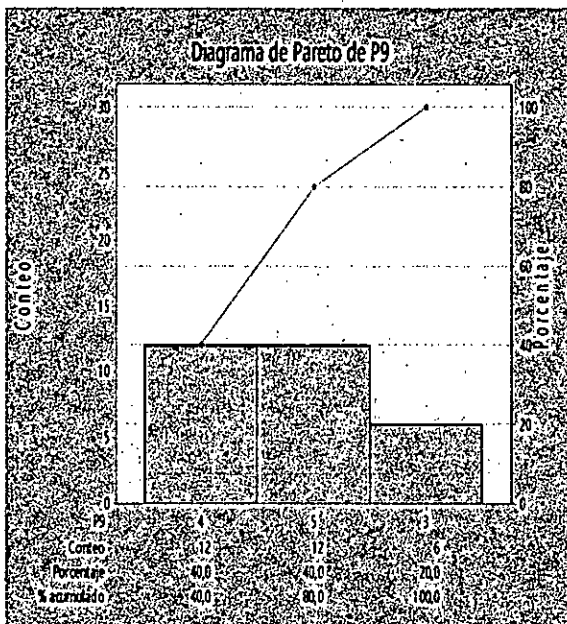
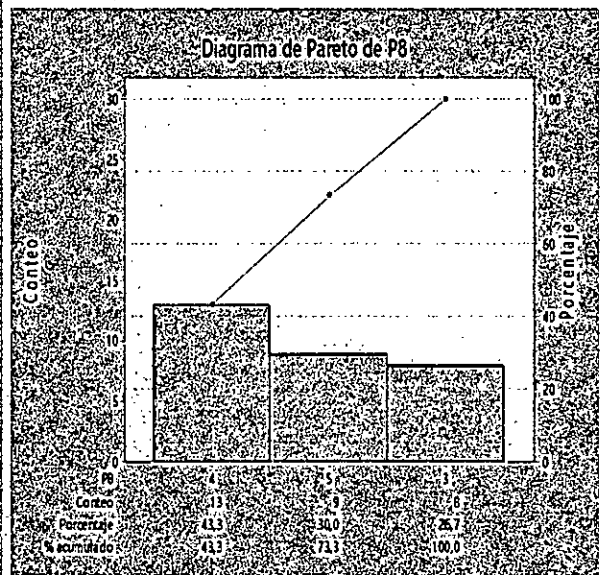
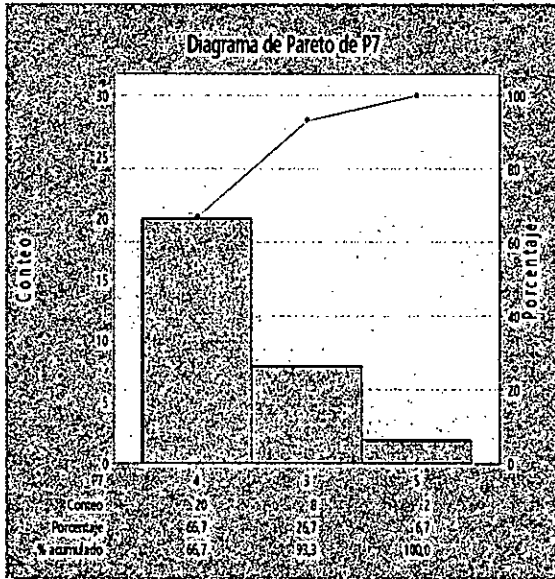
## APENDICE N° 5

### EVALUACION SENSORIAL DE OLOR – DIAGRAMA DE PARETO



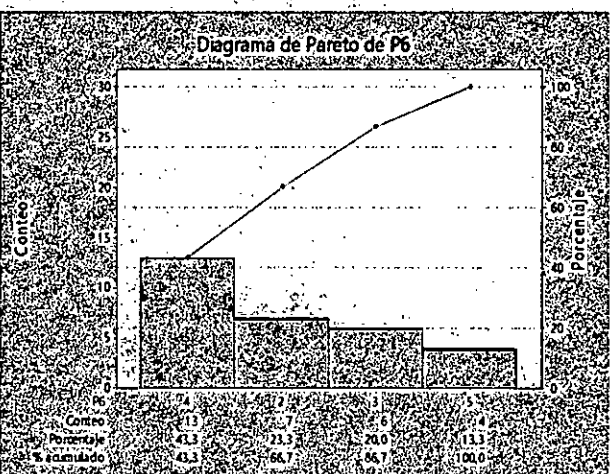
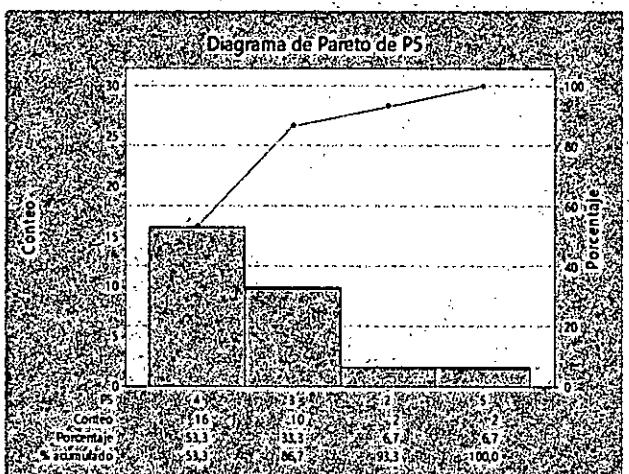
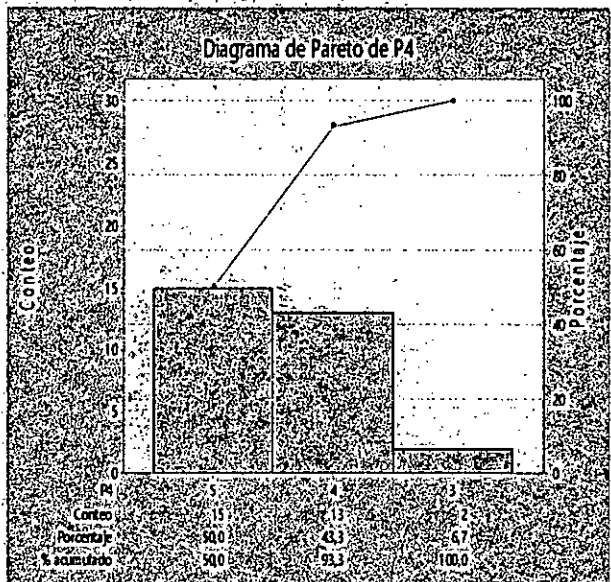
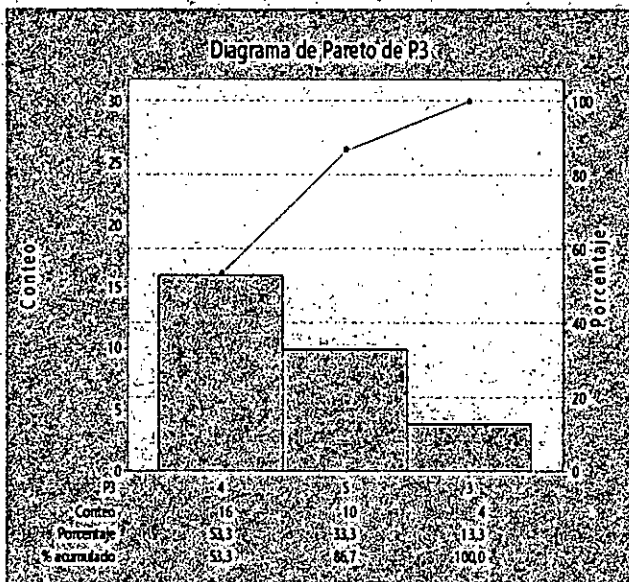
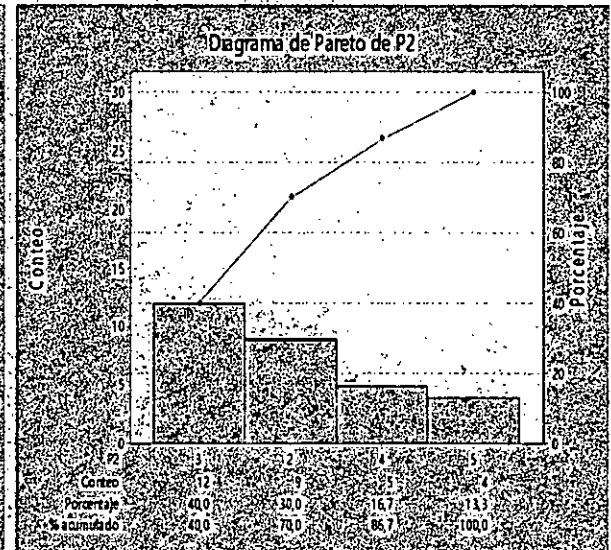
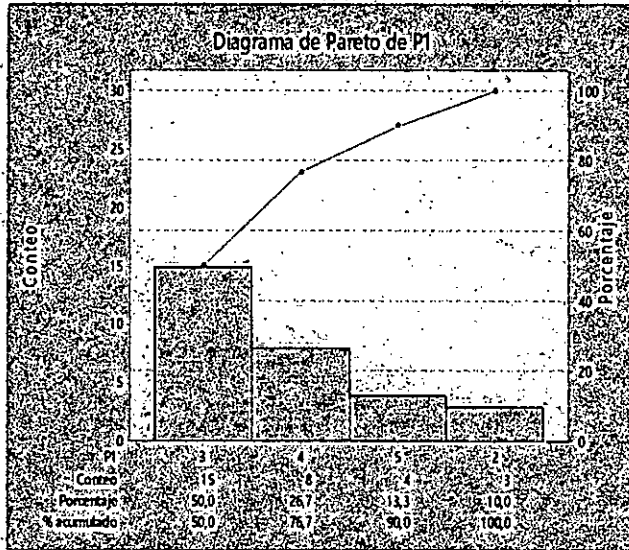
# CONTINUACION APENDICE N° 5

## EVALUACION SENSORIAL DE OLOR – DIAGRAMA DE PARETO



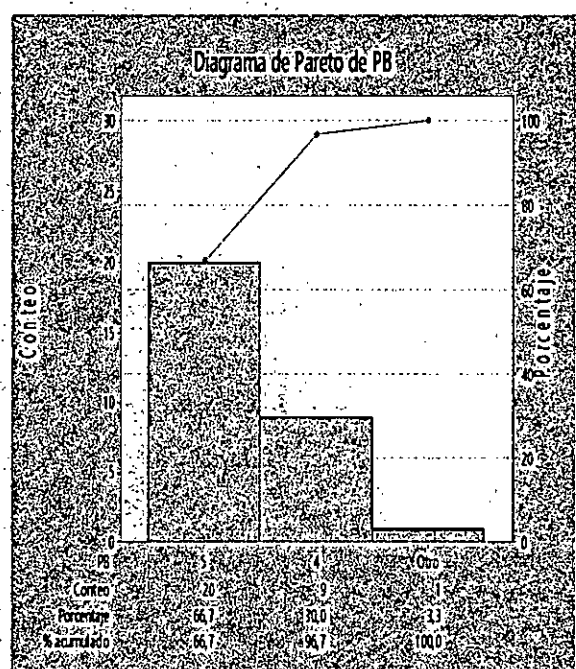
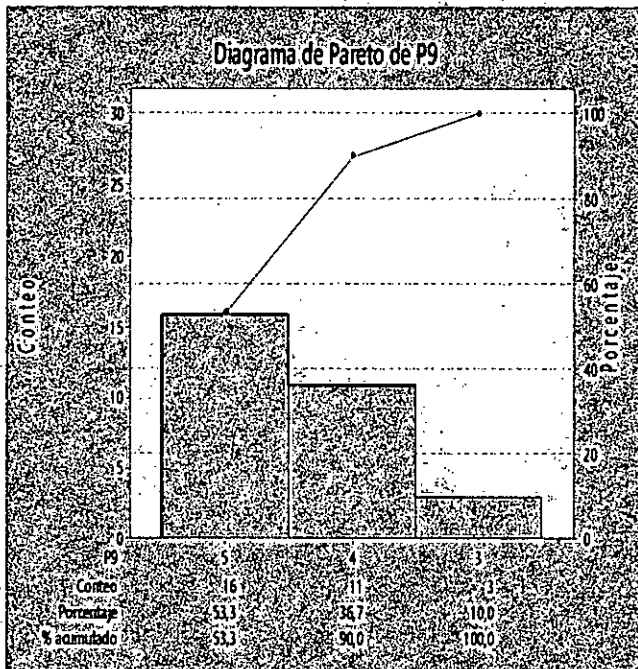
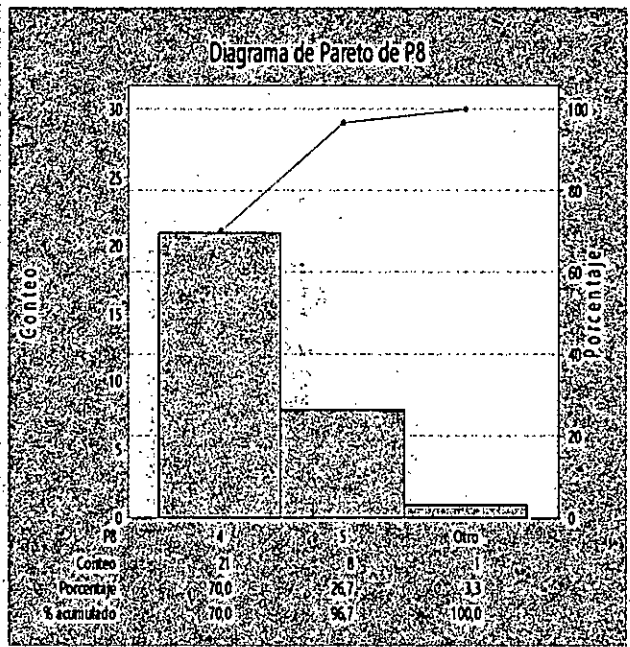
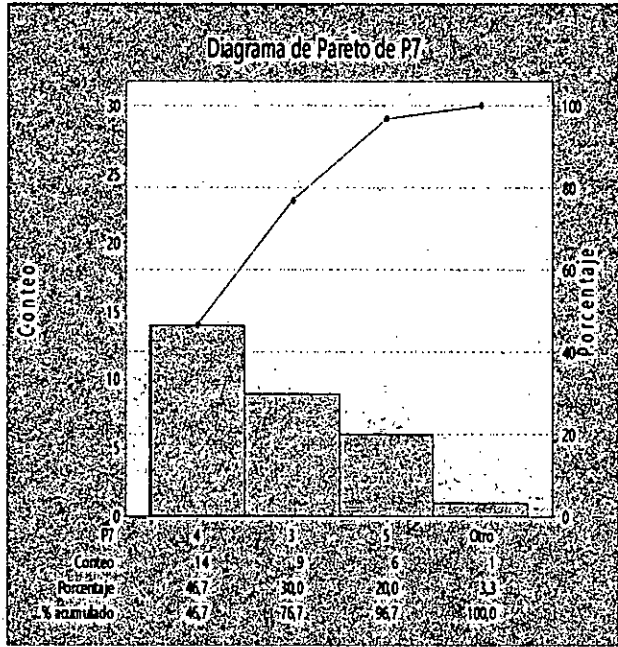
## APENDICE N° 6

### EVALUACION SENSORIAL DE SABOR – DIAGRAMA DE PARETO



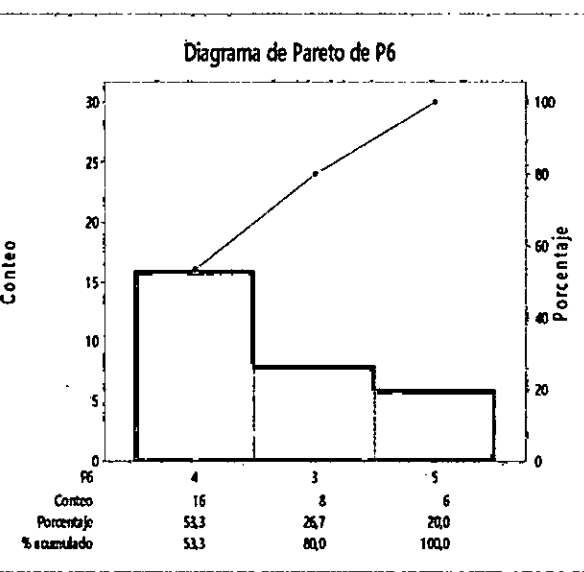
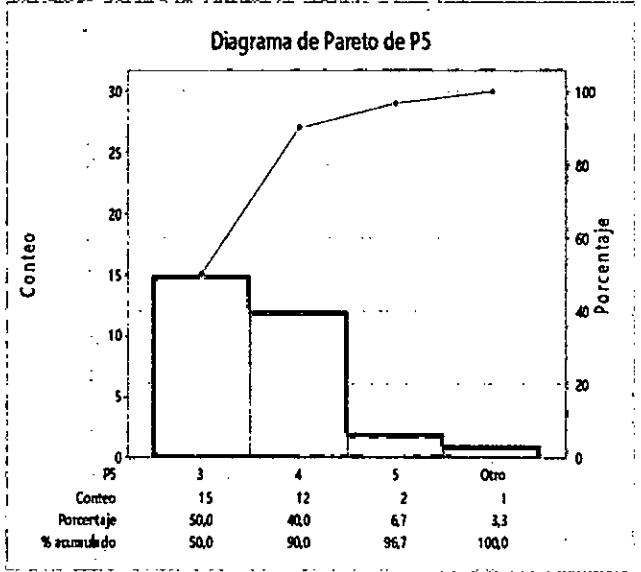
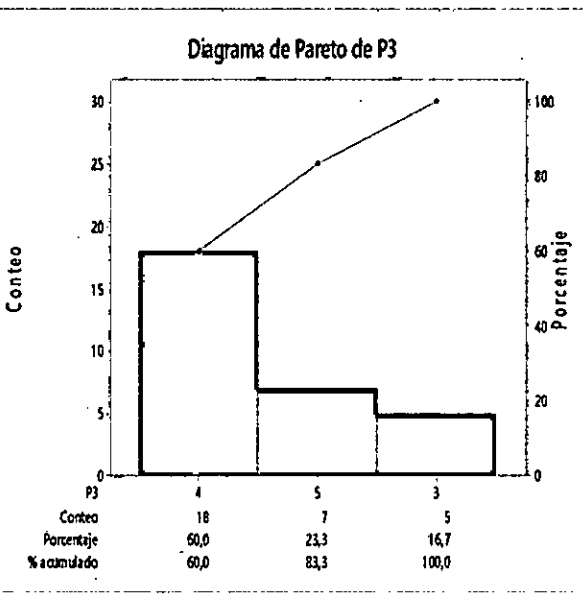
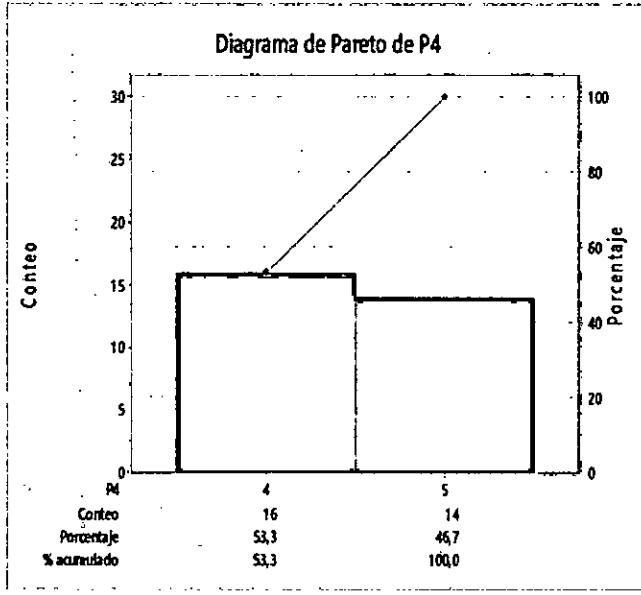
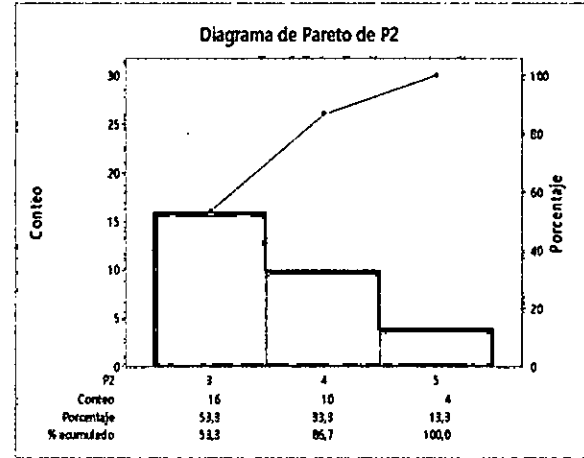
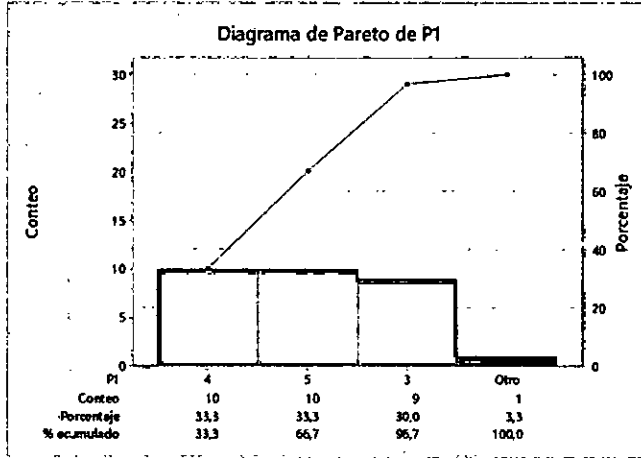
## CONTINUACION APENDICE N° 6

### EVALUACION SENSORIAL DE SABOR – DIAGRAMA DE PARETO



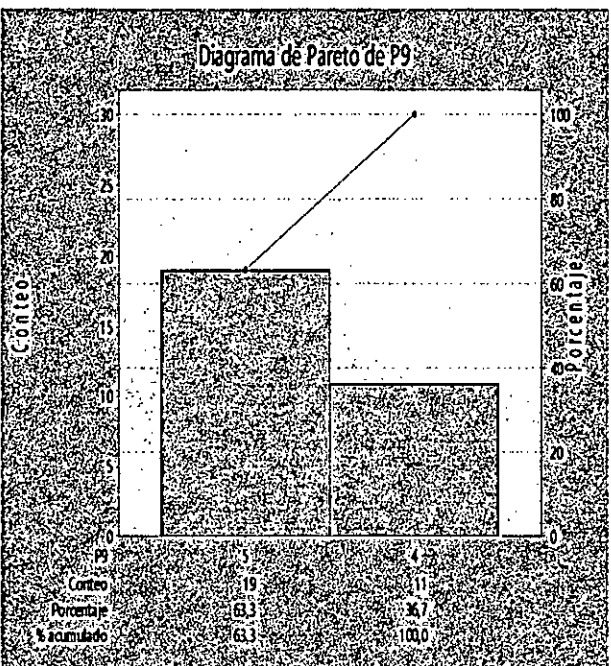
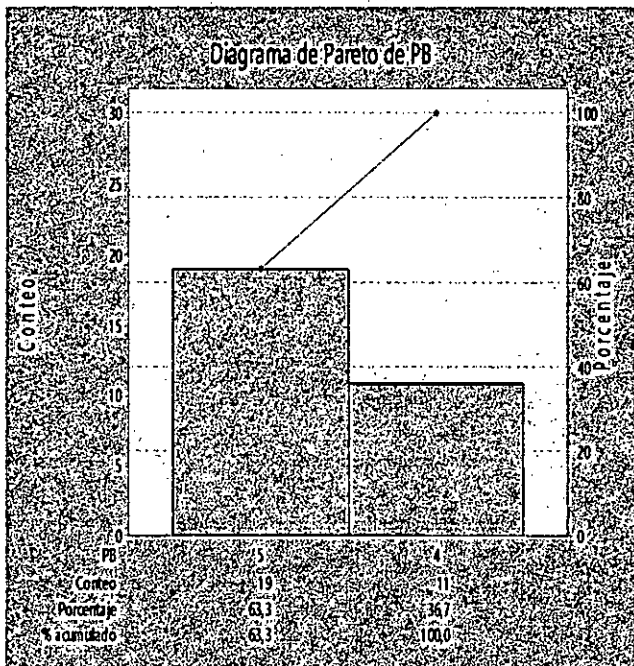
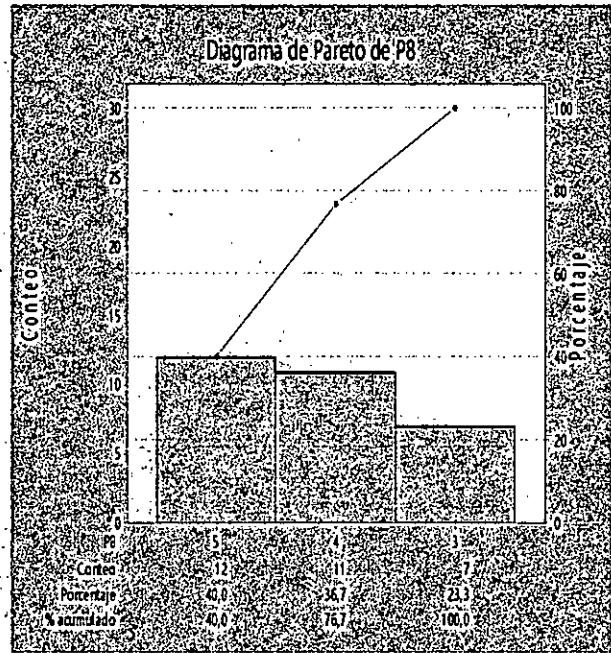
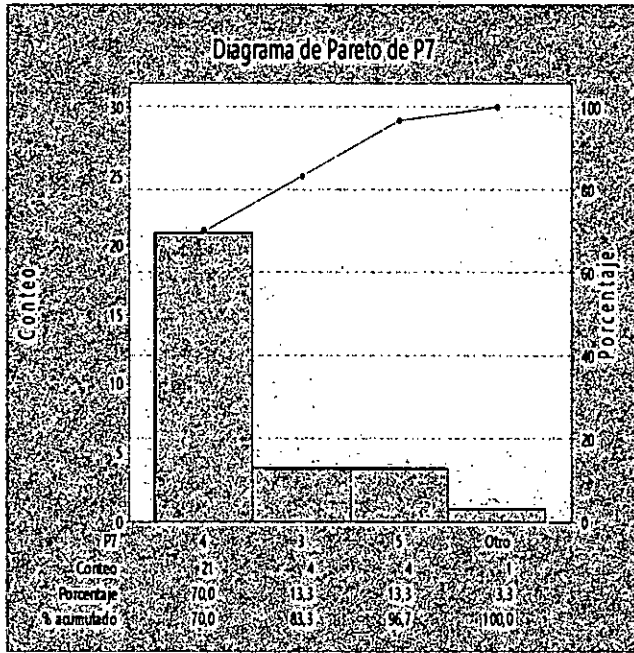
## APENDICE N° 7

### ANALISIS SENSORIAL DE TEXTURA - DIAGRAMA DE PARETO



## CONTINUACION APENDICE N° 7

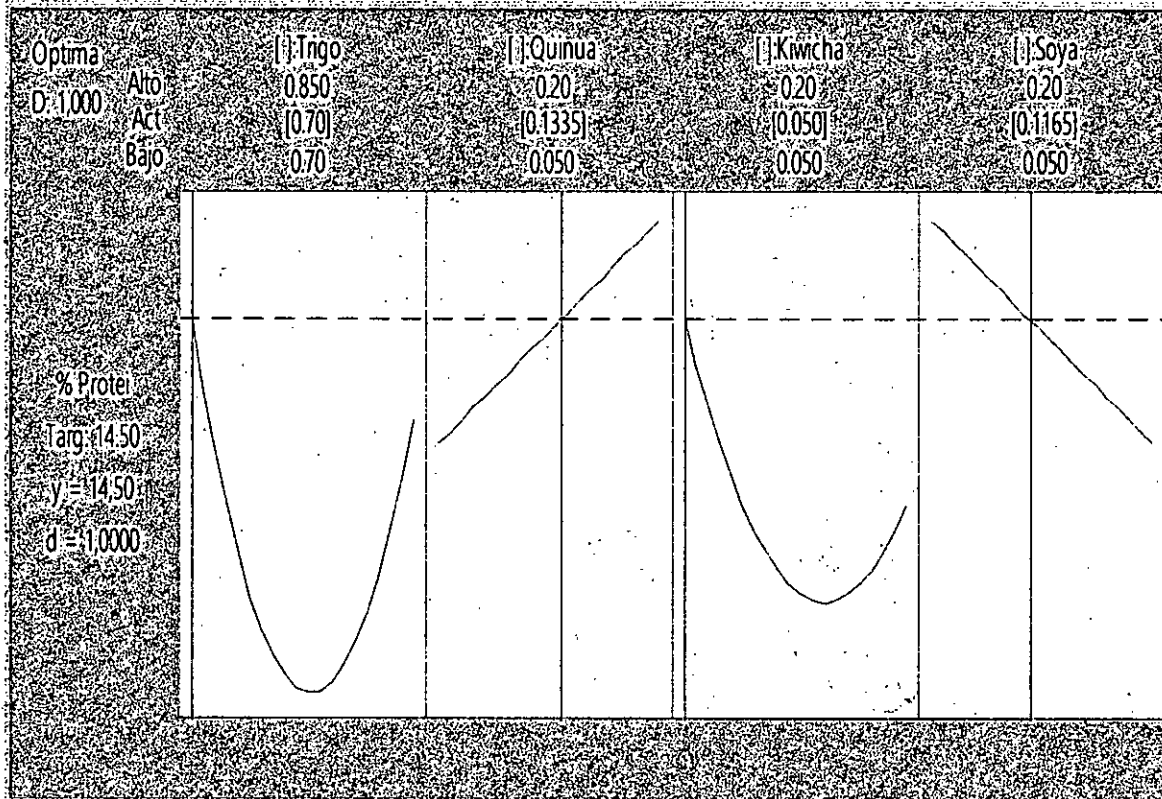
### ANALISIS SENSORIAL DE TEXTURA - DIAGRAMA DE PARETO





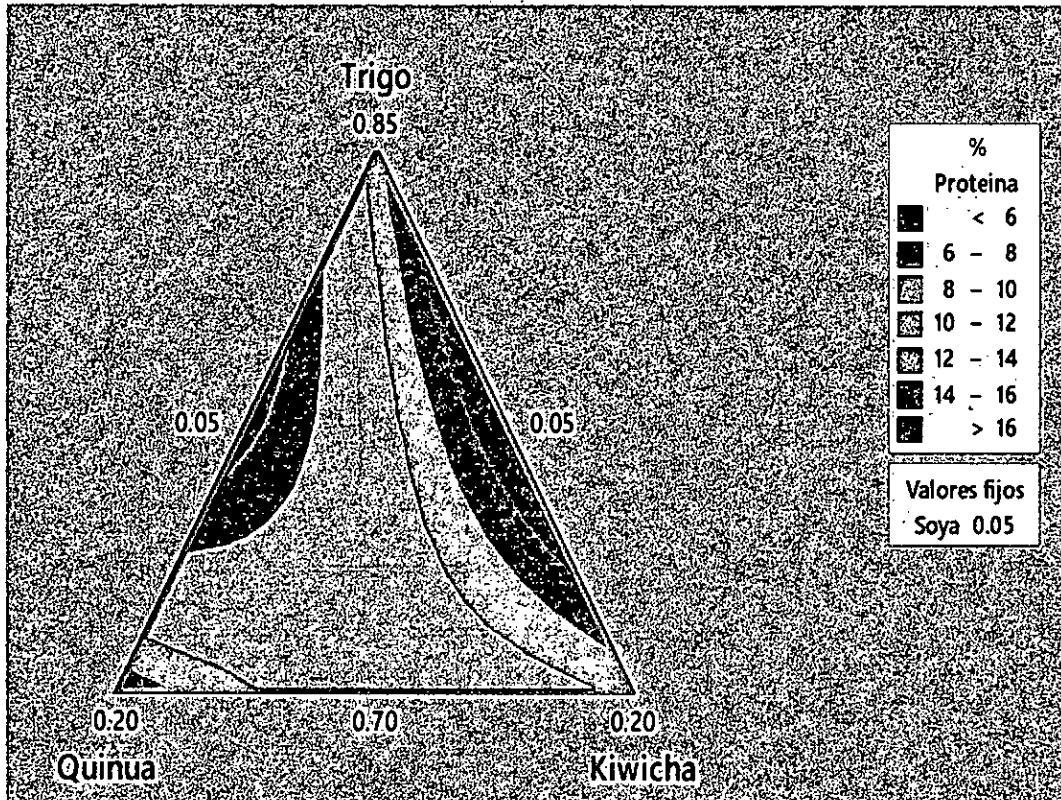
## APENDICE Nº 8

### MEZCLA ÓPTIMA DE HARINAS SEGÚN ANALISIS ESTADISTICO OPTIMIZATION PLOT



## APENDICE N° 9

GRAFICO DE CONTORNO DE MEZCLA PARA % PROTEINA  
(Cantidad de los componentes).



# ANEXOS N° 1

## MATRIZ DE CONSISTENCIA.

**“PROPIEDADES NUTRICIONALES DE PAN ELABORADO CON HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*), QUINUA (*Chenopodium quinoa W.*), KIWICHA (*Amaranthus caudatus*), Y SOYA (*Glycine max.*)”**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál será la mezcla adecuada de harina de quinua, kiwicha y soya como sustitución parcial de la harina de trigo, para la elaboración de pan con alto contenido nutricional?	Elaborar pan con alto contenido nutricional, utilizando mezcla de harina de quinua, kiwicha y soya como sustituto parcial de la harina de trigo.	Sustituyendo parte de la harina de trigo con harina de quinua, kiwicha y soya se obtendrá el porcentaje óptimo de las harinas mezcla para la elaboración de pan con alto contenido nutricional	X= pan con alto contenido nutricional	•Proteínas	- % -	• KJELDAHL
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
a) ¿Cuáles son las características físico-química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya?	a) Determinar las características físico-química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya	a) Mediante la evaluación de las características físico-química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya se determinará la composición de estas harinas	X1 = características físico-química y proximal de la harina de trigo, kiwicha, quinua y soya	Proteínas Análisis proximal	- % - mg	• KJELDAHL • Ensayo en laboratorio
b) ¿Cuál es el porcentaje a utilizar de las diferentes harinas en la elaboración de pan de alto contenido nutricional?	b) Determinar el porcentaje a utilizar de las diferentes harinas en la elaboración de pan de alto contenido nutricional.	b) Mediante pruebas experimentales se determinará el porcentaje óptimo de las diferentes harinas para la elaboración de pan con alto contenido nutricional.	X2 = % a utilizar de las diferentes harinas en la elaboración de pan	% Análisis proximal	- % - mg	Ensayo en laboratorio
c) ¿Cómo evaluar las propiedades físico-química, sensorial y microbiológica del pan de alto contenido nutricional, elaborado con la mezcla de las harinas?	c) Determinar las propiedades físico-química, sensorial y microbiológica del pan de alto contenido nutricional, elaborado con la mezcla de las harinas	c) Mediante las pruebas de las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas se determinará que el pan tiene un alto contenido nutricional y aceptabilidad	X3 = características físico-química, sensorial y microbiológica del pan de alto contenido nutricional	Proteínas • Análisis proximal	gr	• KJELDAHL Ensayo en laboratorio



## ANEXO N° 2

### ANÁLISIS DE VARIANZA COLOR SABOR, OLOR, TEXTURA (PRUEBAS P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>)

#### Datos del análisis en ANVA COLOR

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	2		1,4222	0,7111	0,6771	3,1568 No Signif
Repet.	29		23,2889	0,8031	0,7647	
Error	58		60,9111	1,0502		
Tot	89		85,6222			

#### Análisis de varianza olor (pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>)

#### Datos del análisis en ANVA OLOR

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	2		4,4667	2,2334	6,8657	3,1568 No Signif
Repet.	29		22,2667	0,7678	2,3603	
Error	58		18,8666	0,3253		
Tot	89		45,6			

#### Análisis de varianza sabor (pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>)

#### Datos del análisis en ANVA SABOR

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	2		0,8	0,4	1,955	3,1568 No Signif
Repet.	29		20,2333	0,6977	3,4101	
Error	58		11,8667	0,2046		
Tot	89		32,9			

#### Análisis de varianza textura (pruebas P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>)

#### Datos del análisis en ANVA TEXTURA

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Signif
Tratam	2		3,3556	1,6778	5,846	3,1568 No Signif
Repet.	29		15,9556	0,5502	1,9171	
Error	58		16,6444	0,287		
Tot	89		35,9556			