

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“ELABORACIÓN DE FIDEOS PRECOCIDOS A PARTIR DE  
HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Allen)  
COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO  
(*Triticum vulgare*)”

TESIS

Presentado por:

Bach. ULISES ALVARADO MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERU

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“ELABORACIÓN DE FIDEOS PRECOCIDOS A PARTIR DE HARINA DE  
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Allen) COMO SUSTITUTO PARCIAL  
DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*)”

TESIS

PRESENTADO POR:

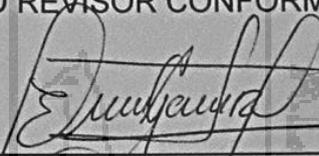
Bach. ULISES ALVARADO MAMANI

PARA OPTAR EL TITULO DE:

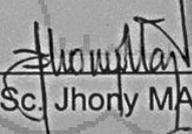
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

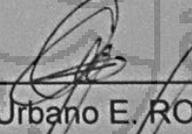
PRESIDENTE

  
Ing. Edgar GALLEGOS ROJAS

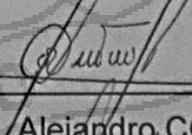
PRMIER MIEMBRO

  
Ing. M.Sc. Jhony MAYTA HANCCO

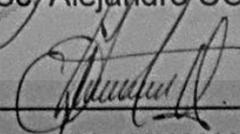
SEGUNDO MIEMBRO

  
Ing. Valerio Urbano E. ROQUE ILLANES

DIRECTOR DE TESIS

  
Ing. M.Sc. Alejandro COLOMA PAXI

ASESOR DE TESIS

  
Ing. Wilber INCAHUANACO YUCRA

PUNO – PERU

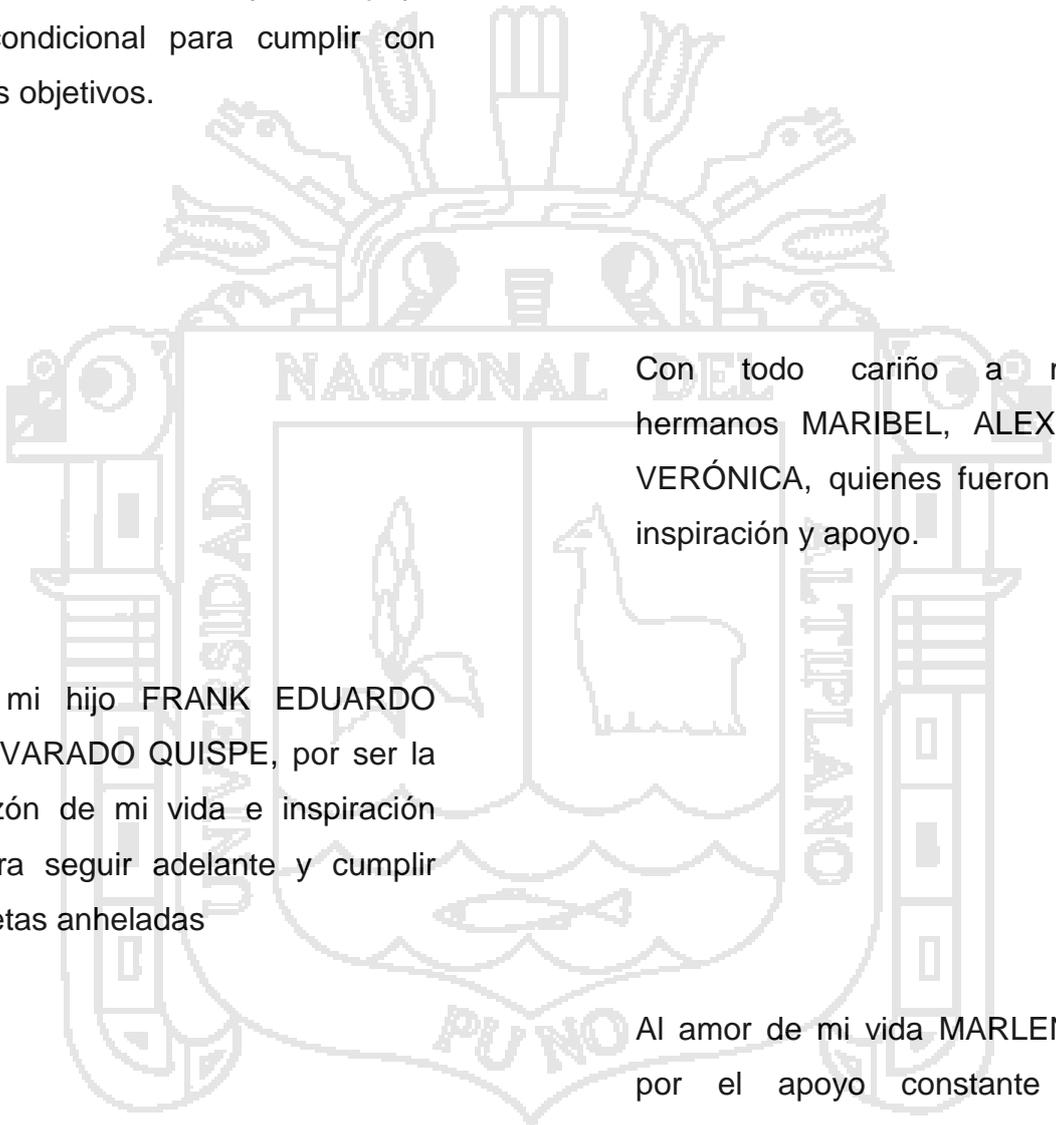
2010

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

## DEDICATORIA

A mis padres BERNABÉ ALVARADO MAMANI y MARÍA SALOMÉ MAMANI MAMANI con eterna gratitud, quienes me dieron la vida y el apoyo incondicional para cumplir con mis objetivos.



Con todo cariño a mis hermanos MARIBEL, ALEX Y VERÓNICA, quienes fueron mi inspiración y apoyo.

A mi hijo FRANK EDUARDO ALVARADO QUISPE, por ser la razón de mi vida e inspiración para seguir adelante y cumplir metas anheladas

Al amor de mi vida MARLENY por el apoyo constante e incondicional, para lograr este ansiado trabajo de investigación

“LA EXCELENCIA CON HUMILDAD EMBELLECE EL ALMA Y AGRADA A DIOS”

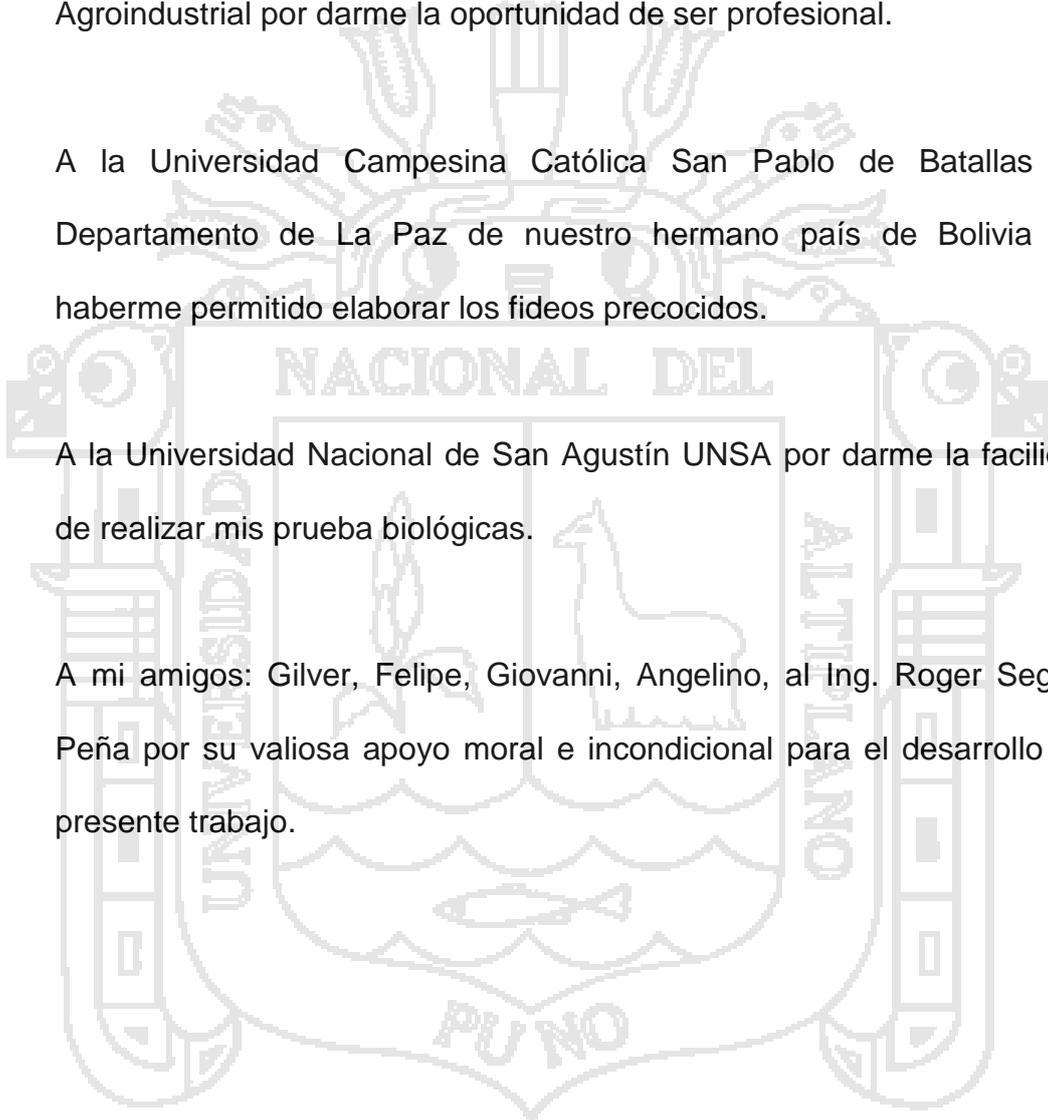
## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno y en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por darme la oportunidad de ser profesional.

A la Universidad Campesina Católica San Pablo de Batallas del Departamento de La Paz de nuestro hermano país de Bolivia por haberme permitido elaborar los fideos precocidos.

A la Universidad Nacional de San Agustín UNSA por darme la facilidad de realizar mis prueba biológicas.

A mi amigos: Gilver, Felipe, Giovanni, Angelino, al Ing. Roger Segura Peña por su valiosa apoyo moral e incondicional para el desarrollo del presente trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

Índice de cuadro

Índice de figuras

Índice de anexos

**RESUMEN**

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
2.1 De las Materias Primas	3
2.1.1 Cañihua	3
2.1.1.1 Características de la cañihua	4
2.1.1.1.1 Posición taxonómico	4
2.1.1.1.2 Variabilidad genética	4
2.1.1.1.3 variedades	5
2.1.1.2 Valor nutricional	5
2.1.1.2.1 Proteínas	6
2.1.1.2.2 Lípidos	8
2.1.1.2.3 Carbohidratos	9
2.1.1.2.4 Fibra dietaria	10
2.1.1.2.5 Minerales	11
2.1.1.2.6 Agua	11
2.1.1.3 Agroindustria de la cañihua	12
2.1.1.3.1 Agroindustria artesanal	12
2.1.1.3.2 Agroindustria mejorada	13
2.1.2 Trigo	14
2.1.2.1 Definición	14
2.1.2.2 Composición del trigo	15
2.1.2.3 Usos	16
2.2 Fideos o pastas	17
2.2.1 Definición	17
2.2.2 Valor nutritivo	18
2.2.3 Proceso de fabricación de la pastas	19

2.2.3.1 Mezcla	19
2.2.3.2 Amasado	20
2.2.3.3 Extrusado	21
2.2.3.4 Secado	22
2.2.4 Algunos aspectos bioquímicos de la pasta	24
2.2.5.1 Bioquímica durante la operación de mezcla	24
2.2.5.2 Bioquímica durante la operación de secado	24
2.2.5 Influencia de algunos componentes importantes	25
2.2.6.1 Almidón	25
2.2.6.2 Proteínas	25
2.2.6.3 Minerales	26
2.2.6.4 Enzimas	26
2.2.6 Criterios de la calidad de la pastas	27
2.2.7.1 Apariencia	27
2.2.7.2 sabor	28
2.2.7.3 Textura	28
2.2.7 Calidad culinaria de las pastas	29
2.2.8 Defectos y alteraciones en la fabricación de las pastas	30
2.2.9 Rajado o trizado de las pastas	30
2.2.10 Sedimentación	30
2.3 Mezcla Alimenticia	31
2.3.1 Criterios a considerar para la elaboración de una mezcla alimenticia	31
2.3.2 Evaluación de la calidad de mezcla	32
2.3.2.1 Método para evaluar la calidad proteica	32
2.3.2.1.1 Método de computo químico	32
2.3.2.1.2 Métodos biológicos	32
2.3.2.1.2.1 Relación de eficiencia proteica	32
2.3.2.1.2.2 Utilización neta de proteína	34
2.3.2.2 Evaluación sensorial	34
2.3.2.2.1 Definición	34
2.3.2.2.2 Métodos de evaluación sensorial	35
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>38</b>

3.1 Lugar de ejecución	38
3.2 Adquisición de la Materia Prima	38
3.2.1 Material Biológico	38
3.3 Maquinarias y equipos utilizados	39
3.3.1 Para la obtención de harina de cañihua	39
3.3.2 Para el procesamiento de fideos	39
3.3.3 Materiales utilizados en el laboratorio	39
3.3.4 Materiales utilizados para el análisis Valor Biológico	40
3.4 Métodos y Procedimientos para obtención de harina de cañihua	41
3.5 Método y procedimiento para el análisis fisicoquímico de la harina de cañihua	43
3.5.1 Análisis físicos de la harina de cañihua	43
3.5.1.1 Determinación del rendimiento	43
3.5.1.2 Determinación de la densidad aparente	43
3.5.1.4 análisis granulométrico	43
3.5.2 Análisis químico proximal de las harinas	44
3.6 Método y procedimiento para el proceso de producción de fideos precocidos	44
3.7 Análisis del producto final	49
3.7.1 Evaluación sensorial	49
3.7.2 Análisis Químico	50
3.7.2.1 Análisis químico proximal	50
3.7.3 Determinación de la temperatura de gelatinización	50
3.7.4 Análisis microbiológico	51
3.7.5 pruebas biológicas	51
3.7.5.1 Ambiente de experimentación	51
3.7.5.2 Tratamientos	52
3.7.5.3 Manipulación de ratas	53
3.7.5.4 Dietas	53
3.7.5.5 Composición de dietas	53
3.7.5.6 Método del PER	55
3.7.5.6.1 Procedimiento	55
3.7.5.7 Método del NPU	55

3.7.5.7.1 Procedimiento	55
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>57</b>
4.1 Resultados de análisis de materias primas	57
4.1.1 Análisis físicos de la harina de cañihua	57
4.1.1.1 Rendimiento de la harina de cañihua	57
4.1.1.2 Densidad aparente	57
4.1.1.3 Análisis granulométrico	58
4.1.2 Análisis químico de las harinas	59
4.1.2.1 Harina de cañihua	59
4.1.2.2 Harina de trigo	60
4.2 Análisis del producto final	60
4.2.1 Evaluación sensorial de los fideos precocidos con harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo.	60
4.2.1.1 Efecto de los porcentajes de sustitución sobre los atributos sensoriales.	60
4.2.1.1.1 Efecto sobre el aspecto	60
4.2.1.1.2 Efecto sobre la textura	61
4.2.1.1.3 Efecto sobre el sabor	62
4.2.1.1.4 Efecto sobre el aroma	63
4.2.1.1.5 Efecto sobre el color	63
4.2.2 Análisis químico proximal del producto terminado	64
4.2.3 Análisis de temperatura de gelatinización de las mezclas de los fideos precocidos	65
4.2.4 Análisis microbiológico del producto seleccionado por el consumidor.	68
4.2.5 Evaluación biológica	69
4.2.5.1 Resultado del PER	69
4.2.5.2 Resultado del NPU	71
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>73</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Composición química de la cañihua comparado con el trigo.	06
Cuadro 2: Composición proximal del grano de cañihua.	06
Cuadro 3: Cómputo de aminoácidos de las proteínas de la quinua, cañihua y kiwicha	07
Cuadro 4: Fracción proteica de quinua y cañihua.	08
Cuadro 5: Contenido de aminoácidos de cañihua y trigo.	08
Cuadro 6: contenido de azúcares de los granos andinos.	09
Cuadro 7: Contenido de fibra insoluble, soluble y fibra dietética total de la cañihua.	10
Cuadro 8: Contenido de minerales de quinua y cañihua.	11
Cuadro 9: Composición promedio de diversas calidades de trigo.	15
Cuadro 10: Aminoácidos esenciales de la harina de trigo.	16
Cuadro 11: tabla de composición nutritiva de fideos.	19
Cuadro 12: clasificación de los métodos de evaluación sensorial	35
Cuadro 13: Campos de aplicación de la evaluación sensorial.	37
Cuadro 14: Niveles de sustitución de harina de cañihua por la harina de trigo.	45
Cuadro 15: Dietas propuestos para alimentar a las ratas.	53
Cuadro 16: Dieta aprotéico para alimentar a las ratas.	54
Cuadro 17: Dieta control para alimentar a las ratas.	54
Cuadro 18: Dieta experimental (fideos precocidos) para alimentar a las ratas.	54
Cuadro 19: Rendimiento y densidad aparente de la cañihua.	58
Cuadro 20: Resultado del análisis granulométrico de la harina de cañihua variedad Ramis.	58
Cuadro 21: Resultado del análisis químico proximal de las harinas de cañihua y trigo.	59
Cuadro 22: Prueba de Duncan para el efecto de sustitución sobre el aspecto del fideos precocidos.	61

Cuadro 23: Prueba de Duncan para el efecto de sustitución sobre la textura del fideos precocidos.	62
Cuadro 24: Prueba de Duncan para el efecto de sustitución sobre la sabor del fideos precocidos.	62
Cuadro 25: Prueba de Duncan para el efecto de sustitución sobre el aroma del fideos precocidos.	63
Cuadro 26: Prueba de Duncan para el efecto de sustitución sobre el color del fideos.	64
Cuadro 27: Resultado de los análisis proximales del fideos precocidos con harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo y del fideos convencional.	64
Cuadro 28: Prueba de Duncan para temperatura de gelatinización de las mezclas.	67
Cuadro 29: Resultado de análisis microbiológico del producto aceptado por el consumidor	68
Cuadro 30: Resultado de la Relación de Eficiencia Proteica (PER) del producto aceptado por el consumidor	70
Cuadro 31: Resultado de la Utilización Neta de la Proteína (NPU) del producto aceptado por el consumidor	72

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Página
Figura 1: Flujo de operaciones para la obtención de harina de cañihua	14
Figura 2: Diagrama para la producción de diferentes versiones de fideos orientales a partir de la harina de trigo	23
Figura 3: Flujo de operaciones para la obtención de harina de cañihua	42
Figura 4: Flujo de operaciones para la obtención del fideos precocidos a partir de la harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de cañihua	48
Figura 5: comportamiento de la temperatura de gelatinización de las diferentes mezclas.	66
Figura 6: Temperatura de gelatinización de las diferentes mezclas.	67
Figura 7: Comparación de la Relación de Eficiencia Proteica (PER).	70
Figura 8: Comparación de la Utilización Neta de Proteínas (NPU).	72

## ANEXOS

- ANEXO 01. Cartilla de evaluación sensorial
- ANEXO 02. Ficha de control de consumo de alimento.
- ANEXO 03. Ficha de control de peso.
- ANEXO 04. Análisis de variancia de la evaluación sensorial
- ANEXO 05. Análisis de variancia de la temperatura de gelatinización de las mezclas.
- ANEXO 06. Cálculo de la prueba del “t Student” para el PER y NPU
- ANEXO 07. Normativa sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano
- ANEXO 08. Fotos



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en: la Universidad Campesina Católica San Pablo de Batallas la Paz Bolivia, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNA – Puno) y en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en la Escuela Profesional de Nutrición (UNSA – Arequipa). Los objetivos fueron: Determinar la mezcla optima de harina de trigo y la harina de cañihua que permita la aceptabilidad del producto y la temperatura de gelatinización de las mezclas, realizar el análisis microbiológico y Evaluar el PER y NPU del producto aceptado por el consumidor. Para la investigación se utilizó la harina de cañihua de la variedad Ramis, en la cual se evaluaron porcentajes de 0%,10%, 20% y 30% de sustitución de la harina de trigo, mediante una evaluación sensorial conformado por 15 jueces semientrenados, la temperatura de gelatinización de las mezclas se realizó mediante el programa Software labview y una termocupla digital tipo T, el análisis microbiológico realizado fue (Mohos, *staphilococcus aureus* y salmonellas sp.), la evaluación del PER y NPU se considero un grupo control (caseína), un grupo experimental (fideos precocidos) y un grupo apteico (sin proteínas), en donde fueron alimentados por 28 y 10 días respectivamente para el PER y NPU. De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los fideos precocidos, resultó que la muestra que contiene 20% de sustitución tuvo un calificativo “me gusta”. La temperatura de gelatinización de las mezclas utilizadas fueron incrementándose a medida que se sustituye con la harina de cañihua, siendo el resultado de  $72,73 \pm 1,15$  °C para la mezcla III. Los resultados de Mohos, *staphilococcus aureus* y salmonellas sp fue en relación de:  $10^2$ ,  $10^2$  ufc/g y ausencia. Los resultados del PER y NPU del producto aceptado por el consumidor fueron: 1,91 y 77,30%. Por lo tanto la investigación concluye, que se puede sustituir hasta con 20% de harina de cañihua por la harina de trigo en la elaboración de fideos precocidos, la temperatura de gelatinización es influenciando por el incremento de la harina de cañihua en la mezcla, es considerado apto para el consumo humano por ser inocuo, el valor biológico demuestra que el producto sustituido con harina de cañihua (fideos) es de buena calidad, sustentado por el PER que fue 1,91 y el NPU que es 77,30%.

## I. INTRODUCCIÓN

Los fideos instantáneos; de acuerdo al CODEX STAN 249 – 2006, es un producto preparado con harina de trigo y/o harinas de arroz y/o otras harinas y/o féculas como ingrediente principal. Se caracterizan por el uso del proceso de pregelatinización y deshidratación ya sea mediante fritura o por otros métodos (FAO, 2009).

El fideo es un alimento con alta aceptabilidad a nivel mundial debido a que forma parte de los hábitos alimenticios de muchas poblaciones y es relativamente económico, versátil, de fácil preparación y almacenamiento. En búsqueda de mejorar la calidad de la proteína de las pastas, abaratar costos en países que no son productores de trigo y mejorar en contenido nutricional, se han realizado investigaciones cuyo objetivo es sustituir parte de la sémola por otras harinas tales como las de cereales, leguminosas, tubérculos y concentrados proteicos de origen animal y vegetal para elaborar pastas alimenticias (Torres, 2006).

En cuanto a su valor nutricional, la pasta alimenticia no constituye una fuente especialmente rica en minerales, es pobre en lisina, tiene bajo contenido de grasa y fibra alimentaria, además de que es un alimento rico en carbohidratos digeribles y no digeribles (Kill y Tumboll, 2004) .

En países en vías de desarrollo como el Perú, donde los problemas nutricionales afectan a una proporción considerable de sus habitantes, el mejoramiento nutricional de alimentos altamente consumidos por la población como el fideo, puede representar una alternativa que tienda a mejorar la calidad nutricional y funcional de la dieta.

La cañihua, es un cultivo andino con una importante cantidad de proteínas de alto valor biológico comparado con la quinua y kiwicha, también es fuente de una considerable cantidad de fibra cruda y minerales (Repo – Carrasco, 1998).

Además, se ha detectado la tendencia de la sociedad al consumo de alimentos naturales no tradicionales elaborados a base cañihua que ha tenido un incremento en los últimos años, esto ha creado la necesidad de estudiar el aprovechamiento y enriquecer los fideos con cañihua, que es uno de los productos mas consumidos en nuestro medio, tanto rural y urbano. Además difundir el consumo de la cañihua para combatir la desnutrición crónica que sufren nuestros niños.

La presente investigación se justifica el empleo de la cañihua que es uno de los principales cultivos de nuestro departamento, que merece mayor estudio y buscar alternativas de transformación para combatir la desnutrición de la población. Por ello los objetivos del presente trabajo de investigación son:

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue: Elaborar fideos precocidos a partir de la harina de cañihua (*chenopodium pallidicaule* Aellen) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum vulgare*)”.

Los objetivos planteados fueron de la siguiente manera:

- Determinar la mezcla optima de harina de trigo y la harina de cañihua que permita la aceptabilidad del producto.
- Determinar la temperatura de gelatinización.
- Realizar el análisis microbiológico.
- Evaluar el PER y NPU del producto aceptado por el consumidor.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 DE LAS MATERIAS PRIMAS

#### 2.1.1. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

La cañihua es una planta anual de 25 a 70cm de altura, perteneciente a la familia de los *chenopodiaceae*, cuya parte comestible la constituyen los granos. La cañihua es menos conocida y difundida que la kiwicha, sin embargo, es reconocida su contribución a la sobre vivencia de pobladores andinos durante cientos de años. Crece principalmente en la zona del altiplano peruano-boliviano, cuyas condiciones climáticas están consideradas entre las más difíciles del mundo (Repo-Carrasco, 1998).

La cañihua produce un grano más pequeño que la quinua y se cultiva en áreas más restringidas, como Puno, y en algunas tierras muy altas (entre 3,200 y 4,100 m.s.n.m.) del Cuzco, Arequipa, Ayacucho, Apurímac y Bolivia. Es un cultivo resistente a las enfermedades y a las bajas temperaturas (-3 °C), que no afectan su producción. Los granos se emplean en la alimentación humana y los tallos son buenos como forraje para la alimentación animal (Frías, 1997).

En cuanto a su valor nutritivo, la cañihua es más alta en proteínas que la quinua y los cereales. El contenido y balance de aminoácidos permite clasificar la proteína de la cañihua como de primera calidad por la relación entre ellos y la presencia de aminoácidos esenciales. Además, los análisis de vitaminas muestran un contenido muy satisfactorio, aunque carece de vitamina C y de caroteno (Frías, 1997).

El hierro y el calcio son los minerales que nuestro cuerpo necesita en pequeñas cantidades. El hierro es importante por formar parte de la hemoglobina (el compuesto de color rojo en nuestra sangre), el calcio para los huesos y dientes, de los cultivos andinos la cañihua es la que tiene mayor cantidad de hierro y el calcio lo tiene la quinua, la cañihua y el tarwi en mayor cantidad que el trigo y otros cereales (Repo, 1989).

### 2.1.1.1. Características de la cañihua como cultivo subutilizado

#### 2.1.1.1.1. Posición taxonómica

Mujica *et al.* (2002); citado por CARE *et al.* (2003), indicaron la posición taxonómica.

Reino	: Vegetal, <i>Eukarionta</i>
División	: <i>Angiospermophayta</i>
Clase	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub clase	: <i>Archichlamydeae</i>
Orden	: <i>Centrospermales</i>
Familia	: <i>Chenopodium</i>
Género	: <i>Chenopodium</i>
Especie	: <i>Chenoponium pallidicaule</i> Aellen

#### 2.1.1.1.2 Variabilidad genética

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) es una planta herbácea anual que crece en Perú y Bolivia en elevaciones hasta 4400 m en los secos climas desérticos o semidesiertos, requiere un mínimo de cuidado durante su crecimiento y produce rendimientos aceptables en suelos pobres y agotados donde otros cultivos no prosperan (Rastrelli, *et al.*, 1996).

En el Perú las instituciones que manejan el Banco de Germoplasma de este cultivo son; la estación experimental Illpa (INIA) que cuenta con un Banco de germoplasma de cañihua de 380 accesiones los mismos que son debidamente recolectados, catalogados, almacenados y caracterizados. Los resultados de la caracterización muestran que existe una enorme variabilidad en el color del grano, color y ramificación de la planta, precocidad, rendimiento el grano, maduración, tolerancia a las heladas, al granizo, lo que indica que a través de los métodos de mejoramiento mas apropiados es posible obtener una variedad sobresaliente para la zona tanto para el consumo como para la agroindustria. Al respecto en un estudio realizado por Ruas *et al.* (1999), quien identificó las

relaciones genéticas en 19 accesiones de *Chenopodium* encontró que las accesiones de *Chenopodium pallidicaule* exhibieron grandes niveles de desemejanza genética al ser comparados con *Chenopodium quinoa* y otras especies.

#### 2.1.1.1.3 Variedades

Instituciones como el INIA, han realizado esfuerzos y aportes en la obtención de variedades de cañihua a través de métodos de selección y estudios de estabilidad de rendimiento, lográndose obtener a Cupi, y Ramis que están siendo multiplicado en semilleros (Mújica *et al.*, 2002).

Así mismo el proyecto de cultivos andinos del Instituto de Investigación y Extensión Agraria, Estación experimental Illpa – Puno en junio del 2004 han lanzado como nueva variedad la línea poligénica LP1 la cual denominaron ILLPA - INIA – 406 la cual se obtuvo por el método de mejoramiento selección PANOJA – SURCO a partir de la Línea poli génica – 1 (LP-1) obteniéndose un rendimiento promedio de 2.8 t/ha (INIA, 2004).

#### 2.1.1.2 Valor nutricional

Entre las *Chenopodiaceas*, la cañihua en su grano tiene un alto valor nutricional, por su elevado contenido de proteínas (que varía entre 15 y el 19%) y lípidos, ha sido identificada como un cultivo alimenticio promisorio por su composición de aminoácidos esenciales con un alto contenido de lisina ((Gross *et al.*, 1989 citado por Rastrelli *et al.*, (1996)) y al igual que la quinua y la kiwicha tienen una proporción importante de aminoácidos azufrados (Mújica *et al.*, 2002), con la ventaja de poseer menor contenido de saponinas. Al respecto Rastrelli *et al* (1996) aisló siete saponinas triterpenoides del grano de cañihua.

El rango de constituyentes químicos de los granos Andinos varia de acuerdo a la variedad (Repo-Carrasco *et al.*, 2003).

### CUADRO 1: COMPOSICIÓN DE LA CAÑIHUA COMPARADA CON EL TRIGO (G/100G)

Alimento	proteína	grasa	carbohidratos	fibra	ceniza	humedad
Cañihua(a)	14	4.5	64	9.8	5.1	12.4
Trigo	8.6	1.5	73.7	3	1.7	14.5

(a) valores promedios de las variedades de la cañihua, contenido de la tabla de composición de los alimentos peruanos.

Fuente: COLLAZOS et al. (1996).

### CUADRO 2: COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL GRANO DE CAÑIHUA (% BASE SECA)

Componentes	Variedad Cupi (1)	Variedad Cupi (2)	Variedad Ramis (1)	Variedad Ramis (2)	Variedad ILLPA INIA
Proteína	17.31	17.01	18.03	17.72	17.81
Ceniza	2.76	2.81	2.84	2.77	3.69
Grasa	10.03	10.03	7.93	7.64	9.05
Carbohidratos	58.66	58.94	62.00	62.62	61.54
Fibra	11.23	11.2	9.20	8.96	8.08

Fuente: (1) Gutiérrez (2003) (2) Sota (2003)

#### 2.1.1.2.1 Proteínas

La cañihua y la quinua presentan un excepcional alto nivel de proteínas comparada con otros cereales. La importancia de las proteínas de las especies andinas esta basada en su calidad. Las proteínas de quinua y cañihua pertenecen principalmente albúmina y globulina los cuales tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales similar a la composición de la caseína (Repo-Carrasco *et al.*, 2003).

La lisina no es un aminoácido limitante en la proteína de la cañihua, siendo este el primer aminoácido limitante de la proteína del trigo y de casi todos los cereales comunes como el arroz, en cuyo caso, la cantidad de lisina llega a ser duplicada. Este aminoácido es sin embargo, termolábil y puede reaccionar con

otros compuestos del grano disminuyendo su disponibilidad (Repo – Carrasco, 1998).

La cañihua y quinua sirven como sustituto de la escasa proteína animal y una de las principales fuentes de proteína de la región, la importancia de estas proteínas esta basada en su calidad y con una composición balanceada de aminoácidos esenciales similar a la composición de caseína, la proteína de la leche. De acuerdo a los estudios realizados por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) la quinua y cañihua tienen un alto score químico (Repo-Carrasco *et al.*, 2003) el contenido de aminoácidos limitantes en la cañihua se muestra en el Cuadro 3.

**CUADRO 3: COMPUTO DE AMINOÁCIDOS DE LAS PROTEINAS DE LA QUINUA, CAÑIHUA Y KIWICHA**

AMINOACIDOS	PATRON DE AMINOACIDO mg/g	CONTENIDO DE AMINOACIDOS (mg/g proteína)			COMPUTO DE AMINOÁCIDOS (%)		
		Quinua	Cañihua	Kiwicha	Quinua	Cañihua	Kiwicha
Isoleucina	28	69	64	52	-	-	-
Leucina	66	67	58	46	-	88	70
Lisina	58	68	59	67	-	-	-
Metionina + Cistina	25	33	16	35	-	64	-
Fenilalanina+tirosina	63	40	35	63	63	55	-
Treonina	34	45	47	51	-	-	-
Triptófano	11	13	8	11	-	72	-
Valina	35	35	45	45	-	-	-
histidina	19	30	-	22	-	-	-

Fuente: Tapia, 2000

Como se puede apreciar el cuadro 3, los cuatro aminoácidos limitantes de la cañihua son: Fenilalanina+tirosina, Metionina + Cistina, triptofano y leucina. Los aminoácidos limitantes disminuyen la utilización de la proteína del alimento, es así que del total de proteínas de la cañihua, solo se utiliza el 55%, porcentaje establecido por el primer aminoácido limitante (tapia, 2000).

**CUADRO 4: FRACCIÓN PROTEICA DE QUINUA Y CAÑIHUA (PORCENTAJE DEL TOTAL DE PROTEÍNA)**

	Albúminas + globulinas	Prolaminas	Glutelinas + insoluble proteína
<b>Quinua</b>	45	23	32
<b>Kañihua</b>	41	28	31

Fuente: Repo-Carrasco, *et al.*, 2003.

**CUADRO 5. CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS: LISINA, METIONINA, TREONINA Y TRIPTOFANO DE LA CAÑIHUA Y EL TRIGO (G DE AMINOÁCIDOS/100G DE PROTEÍNAS)**

aminoácido	lisina	metionina	Treonina	triptofano
<b>Cañihua (a)</b>	5.9	1.6	4.7	0.9
<b>Trigo (b)</b>	2.9	1.6	2.9	1.1

(a) valores promedios de las variedades de la tabla de los alimentos peruanos.

Fuente: FAO (1972). Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.

#### 2.1.1.2.2 Lípidos

Es importante reconocer y utilizar la relativa alta cantidad de aceite de quinua y cañihua. Estos granos pueden ser materia prima potencial para la extracción de aceite. La UNALM ha estudiado la fracción de lípidos de quinua y cañihua, determinado la composición de ácidos grasos y tocoferoles para la cañihua blanca y caracterización de la fracción lipídica. Los ácidos grasos fueron determinados por cromatografía de gas y los tocoferoles por Cromatografía líquida de alta performance (HPLC) obteniendo un rendimiento de extracción de aceite para cañihua de 4,6%. Una gravedad específica de 0.935872, un índice de refracción de 1.4735. El índice de yodo como una medida del grado de insaturación de los aceites fue muy alto 121.14. Por lo que se puede esperar un alto contenido de ácidos grasos insaturados, el porcentaje de ácidos grasos libres fue de 0.14 y el índice de saponificación fue 187. La materia

insaponificable encontrada para la cañihua fue 4.2 (Repo-Carrasco *et al.*, 2003).

El mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en el aceite de cañihua fue Omega 3 (ácido linolenico) siendo 50.2% para quinua y 42,6% para cañihua. La composición de ácidos grasos es similar al aceite de germen de maíz con un rango de 45-65%. El segundo ácido graso mas común en cantidad de 23.5% es el Omega 9 (ácido oleico). El contenido de omega 6 (ácido linoleico) fue 6.0 y el contenido de ácido palmítico de 17.94. Los ácidos grasos como el ácido esteárico y el eicosapentanoico fueron encontrados en pequeñas cantidades. Como lo indica el alto valor del índice de yodo el 72.9% de ácidos grasos de la cañihua son insaturados. En las últimas décadas los ácidos grasos insaturados tienen ganada importancia por sus varias funciones beneficiosas. Por ejemplo el jugar un importante rol en el mantenimiento de la fluidez de las membranas celulares. (Repo-Carrasco *et al.*, 2003).

Por ser de origen vegetal corresponde al tipo de ácidos grasos insaturados que son los mas saludables en relación a los ácidos grasos saturados de origen animal, ya que tienen la propiedad de reducir la cantidad de colesterol en el organismo (Mujica *et al.*, 2002)

#### 2.1.1.2.3 Carbohidratos

El contenido de carbohidratos conocidos también como hidratos de carbono o glúcidos varia entre 56.41 y 65.2g/100g de grano; en el campo de la nutrición el empleo de los carbohidratos permite sobre todo ajustar la digestibilidad y es fuente de energía calórico del alimento, (Mújica, 2002).

CUADRO 6: CONTENIDO DE AZÚCARES DE LOS GRANOS ANDINOS (G/100 G DE MATERIA SECA)

	Glucosa	Fructosa	Sacarosa	Maltosa
<b>Quinua</b>	1.7	0.2	2.9	1.4
<b>Kañihua</b>	1.8	0.4	2.6	1.7
<b>Kiwicha</b>	0.75	0.2	1.3	1.3

Fuente: Repo-Carrasco, 1992 citado por Repo-Carrasco *et al.*, 2003.

#### 2.1.1.2.4 Fibra Dietaria

La fibra dietaria es una mezcla heterogénea de sustancias de propiedades físicas y químicas muy diferentes que varían según el tipo de alimento (Periago *et al.*, 1993).

Repo-Carrasco (1998), reporta un análisis de fibra dietaria para el grano de cañihua realizado por el método combinado (enzimático-gravimétrico) donde se separó la fibra en 2 fracciones; soluble e insoluble que se muestra en el Cuadro 7 donde se puede apreciar que la cañihua tiene un alto contenido de fibra dietética (16,41 g/100g) y fibra insoluble (12,92 g/100g) que es atribuido a la presencia de perigonos (pericarpio exterior) que envuelven al grano y que no han sido eliminados por completo.

**CUADRO 7: CONTENIDO DE FIBRA INSOLUBLE, SOLUBLE Y FIBRA DIETÉTICA TOTAL (FDT) EN CAÑIHUA**

Fibra Dietario	Contenido (% b.s.)
Fibra insoluble (g/100g de materia seca)	12,92
Fibra soluble (g/100 g)	3,49
FDT	16,41

Fuente: Repo-Carrasco (1998)

La cañihua contiene entre 3.8 y 10.2 g/100g de fibra en comparación con el trigo que tiene solamente 3g/100g es un tipo especial de hidrato de carbono que no se absorbe ( no pasa del intestino a la sangre) y por lo tanto el organismo no utiliza como fuente de energía; hasta hace unas décadas, no se le otorgaba ninguna importancia fisiológica; en la actualidad se comprende que la fibra vegetal aparentemente inútil, actúa como una autentica escoba en el intestino, absorbiendo toxinas y arrastrando sustancias nocivas como los ácidos biliares precursores del colesterol; aunque no proporciona energía, ni pasa a la sangre, es un componente imprescindible en una dieta sana y equilibrada, por que evita el estreñimiento, la obesidad, los trastornos

intestinales, las hemorroides, el cáncer del colon, hernias abdominales, afecciones coronarias, entre otros, (Mujica, 2002).

#### 2.1.1.2.5 Minerales

Mujica (2002), entre los componentes menores de la cañihua lo conforman los minerales como el calcio, fósforo, hierro, que se pueden observar en el cuadro 8; y con fines didácticos en este grupo se ha considerado a los aminoácidos.

Collazos (1993), citado por el Instituto Nacional de Nutrición (2001) menciona que los minerales ayudan a controlar los procesos fisiológicos. La quinua y cañihua también son fuentes importantes de minerales, especialmente aportan calcio, fósforo y hierro, los que se aprecian en el Cuadro 8; en donde el contenido de minerales en la quinua y en la cañihua caracterizan sus atributos nutricionales.

**CUADRO 8: CONTENIDO DE MINERALES EN QUINUA Y CAÑIHUA**

Minerales (mg/g de MS)	Quinua	Cañihua
Fósforo	387.0	375.0
Potasio	697.0	
Calcio	127.0	110.0
Magnesio	270.0	
Sodio	11.5	
Hierro	12.0	15.0
Cobre	3.7	
Manganeso	7.5	
Zinc	4.8	

Fuente: Bressani (1990); citado por Repo – Carrasco (1992).

#### 2.1.1.2.6 Agua

El grano de cañihua posee un rango de humedad entre 10 y 12.4%, lo que se observa en los cuadros 2 al 5; esta característica tiene importancia en la conservación y almacenamiento del grano por un tiempo relativamente prolongado, lo que posibilita tener siempre el stock para el consumo, transformación en diferentes productos, así como para las épocas de baja o nula producción, (Mujica, 2002).

### **2.1.1.3 Agroindustria de la cañihua**

#### **2.1.1.3.1. Agroindustria artesanal o rural**

##### **a) Formas de limpieza del grano**

Mujica (2002), después de la cosecha la cañihua es emparvada para completar su maduración, luego trillada manualmente y paralelamente se realiza el secado natural y limpieza que consiste en separar del grano pequeño todas las impurezas como las hojas, pedíos de tallo inflorescencias y perigonio, utilizando zarandas manuales y aprovechando la corriente y velocidad del viento; luego es almacenado para su posterior uso o conservación. Para su consumo frecuentemente es lavado a fin de limpiar o eliminar la tierra y arena por disolvimiento y decantación, respectivamente y no para eliminar saponina puesto que este grano tiene la ventaja de no contener esta sustancia antinutricional.

##### **b) Preparación culinaria**

Tapia (1990), la preparación del cañihuaco consiste en tostar el grano limpio con mucho cuidado para evitar que se queme, luego se muele manualmente utilizando pequeños molinos de piedra especialmente labrados que se denomina "kona", el producto obtenido es una harina muy fina, aromática, la que es ampliamente conocida con el nombre de cañihuaco. Es un proceso relativamente laborioso, pero reconfortable al consumir; se estima que en un día se puede procesar entre 12 y 15 kilos de cañihuaco.

Tapia (1990), este producto puede consumirse solo o en mezcla con agua, leche, agua hervida, harina de cebada y con otras harinas para elaborar mazamorras, también se puede preparar sopas, cremas, guisos, postres, torrijas, refrescos, bebidas caliente, tortas, kispíño o q'uispiña, que es un panecillo pequeño elaborado a base de harina de cañihua y cocido al vapor, tiene una consistencia de galleta o pan de agua que se conserva por un tiempo

relativamente prolongado, permitiendo al campesino llevarla en sus largas caminatas o faenas agrarias, lo que no puede hacerse con el pan.

#### **2.1.1.3.2. Agroindustria mejorada**

Mujica (2002), El principio y fundamento de la agroindustria mejoradas es la utilización de tecnologías apropiadas, adaptadas y de bajo costo, que se aplica a la materia prima, a la transformación, al envasado, a la conservación, almacenamiento y distribución de alimentos, a fin que estos sean disponibles en cantidad, calidad, sanos e inocuos para la alimentación y nutrición de la población en constante aumento.

Para la limpieza del grano de cañihua se dispone de maquinas, que aprovechan las corrientes de aire y disposición de zarandas, mesa de gravedad o mesa densimetría que permiten separar del grano, todas las impurezas tales como trozos de tallo, hojas, perigonios, tierra, arena, cuyos rendimientos varían desde 150 Kg. /hora hasta 500 ó 1000 Kg. /hora dependiendo del tamaño de las zarandas, de tal manera que se obtiene una materia prima limpia y optima para su posterior transformación, (Mujica, 2002).

##### **a) harina de cañihua**

Pocas investigaciones se han realizado sobre el procesamiento de la cañihua. La forma más corriente y tradicional de consumo de la cañihua es a través del tostado y la molienda del grano, obteniéndose una harina que se denomina cañihuaco. Su preparación es muy laboriosa, se estima que en un día se pueden procesar como máximo de 12 a 15 Kg. Tostando y moliendo el grano en forma artesanal (Tapia 200). Sin embargo como se mencionó anteriormente, durante el tostado, la lisina disminuye notablemente, ya que es uno de los aminoácidos más termolábiles. El rendimiento de harina es 62 % a 65% aproximadamente. La harina de cañihua puede ser utilizada para sustituir a la harina de trigo en diferentes productos, en panificación hasta 15%, en tortas y queques (30 – 40%) y en galletas hasta (50-60%), comparando el forraje de cañihua con otros alimentos para el ganado, encontró que este es

equivalente a la avena y colza, y superior a los pastos naturales de la época seca (Repo- Carrasco, 1998).

**FIGURA 1: FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CAÑIHUA**



Fuente: Repo – Carrasco, 1998

## 2.1.2. Trigo (*Triticum vulgare*)

### 2.1.2.1 Definición

Álcazar (2002), nombre científico *triticum durum*, *t. vulgare*, *t. aestivum*, etc, es un cereal de la familia de las gramíneas, cuyas semillas, cariósides desnudos, se utilizan en la alimentación humana, generalmente en forma de harina, pan y pasta. Contiene aproximadamente 8.6% de proteína, 73.7 % de carbohidratos, 1.5 % de grasa, 14.5 % de agua, 3.0 % de fibra cruda y 1.7 % de cenizas. Sus proteínas, compuestas principalmente por glutenina y gliadina, son deficientes en lisina e isoleucina.

Repo - Carrasco (1998), manifiesta que el trigo es uno de los cereales más antiguos y más extensamente cultivados. Se estima que fue cultivado por primera vez hace 10000 – 15000 años a.c. aproximadamente. Este cultivo era particularmente importante en Persia, Egipto, Grecia, y Europa. Su origen se dio probablemente en las tierras áridas Asia menor, en la región del mediterráneo el trigo ha sido, junto con la cebada un cultivo muy extendido ya

hace miles de años. En el imperio romano tuvo un papel central en la alimentación, aunque la introducción del centeno lo restó importancia por un tiempo.

En el Perú se emplea en la industria de la panificación, elaboración de pasteles, galletas y fideos. La harina integral emplea para elaborar algunas clases de pan integral. La harina morena se utiliza para elaborar pan, la harina blanca se emplea en la elaboración de productos horneados como pan y pasteles, también en la elaboración de galletas (INIA, 1993).

La sémola y harina de trigo duro son aquellos productos elaborados con granos de trigo duro (*triticum durum*) por medio de procedimientos de trituración y molienda en los que se separa la mayor parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura, (CODEX STAN 178-1991 Rev. 1- 1995).

### 2.1.2.2 Composición del trigo

En la elaboración de pastas es necesario considerar la composición de la harina de trigo la cual, estará en función del tipo de grano usado en su fabricación y el grado de extracción de la harina (Pascual, 2005).

Las harinas de trigo, pueden presentar diferentes composiciones, dependiendo del tipo de trigo usado, pudiendo ser trigos blandos, semi- duro o duros, tal como se muestra en el Cuadro 9.

**CUADRO 9: COMPOSICIÓN PROMEDIO DE DIVERSAS CALIDADES DE TRIGO (g/100g).**

Tipo de trigo	Agua	Materia nitrogenada	Materia grasa	almidón	celulosa	Materia soluble glucosa	cenizas
Trigo duro	12.87	17.98	2.09	56.35	2.78	5.26	2.67
Trigo semi-duro	13.25	14.06	1.78	61.52	2.45	4.27	2.67
Trigo blando	13.78	12.25	1.72	64.46	2.38	3.46	1.95

Fuente: Pascual, 2005

Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible. Las proteínas del gluten se encuentran en el endospermo del grano del trigo maduro donde forma una matriz continua alrededor de los gránulos de almidón. Las proteínas de gluten son en parte insolubles en agua o en soluciones de sales diluidas. Pueden distinguirse dos grupos funcionalmente distintos de proteínas de gluten: gliadinas que son monoméricas y gluteninas que son poliméricas y estas últimas se subclasifican en extraíbles y no extraíble (Pascual, 2005).

**CUADRO 10: AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LA HARINA DE TRIGO (G DE AA./100G DE PROTEÍNA).**

AMINOÁCIDOS	HARINA DE TRIGO
Fenilalanina	5.30
Triptofano	1.20
Metionina	1.60
Leucina	7.70
Isoleucina	4.00
Valina	4.50
Lisina	7.70
Treonina	2.90
Arginina	- . -
histidina	- . -

Fuente: collazos et al (1993)

### 2.1.2.3 Usos

la harina de trigo tiene propiedades únicas por tener la capacidad de formar una masa visco-elástica cuando se mezcla con el agua, esta masa al ser sometida al proceso de moldeado y deshidratación da lugar a lo que conocemos como pastas o fideos, la masa formada por la harina de trigo y el

agua también tiene la capacidad de retener el gas que se produce, durante la fermentación o por leudantes químicos incorporados a su mezcla, propiedad aprovechada para la elaboración de productos de pastelería, galletería y panificación (Repo – Carrasco, 1998).

## 2.2 FIDEOS O PASTAS

### 2.2.1 Definición de las pastas

Pascual (2005), con el nombre de fideos o pastas alimenticias se conoce a los productos, obtenidos por procesos de empaste y amasado con o sin desecación de una masa no fermentada elaborada con sémolas, semolinas o harinas procedentes de trigo duro, trigo semi – duro o trigo blando o sus mezclas y agua potable.

Se clasifican en:

- pastas alimenticias simples, hechas con sémolas, trigo y agua.
- Pastas alimenticias compuestas, a las que se incorporan en la elaboración alguno o varios de los siguientes productos: gluten, soja, huevos, leche, hortalizas, verduras, leguminosas, jugos, extractos, etc.
- Pastas alimenticias rellenas con pastas simples o compuestas que en formas diversas (empanadillas, cilindros, sándwich, etc.) contiene en su interior un preparado alimenticio de carne, pescado, pan rallado, huevos, aceites, etc.
- Pastas alimenticias frescas son las que no han sufrido proceso de desecación.

Alcázar, (2002), son productos obtenidos por desecación de una masa no leudada elaborada con sémolas, semolinas o harina de trigos durums y agua potable, pueden contener huevos, sal y otros ingredientes menores. La pasta de mejor calidad se fabrica con sémola molida de trigos duros. La masa d el aplasta se lamina y troquela o se extruye a alta presión sin que se produzca expansión, en forma de varillas, tiras, laminas, o con diversas figuras,

dependiendo del tipo de pasta; a continuación se seca cuidadosamente en corriente de aire. En su estado deshidratado, las pastas tienen una vida comercial de varios meses., entre las pastas tenemos a los tallarines, espaguetis, fettuccines, fideos, lasaña, ñoquis, macarrones, canelones, raviolos, etc.

### 2.2.2 Valor nutritivo

La composición, y por tanto, el valor nutritivo de la pasta va a depender de la composición de la harina de partida, o lo que es lo mismo, de su grado de extracción. Así, a mayor porcentaje de extracción, mayor contenido en fibra, vitaminas y minerales. Si las pastas son rellenas o enriquecidas, el valor nutritivo se incrementa en función del alimento o nutriente que se adicione (huevos, leche, vitaminas, etc.). Los hidratos de carbono (almidón) son los nutrientes más abundantes. La proteína más importante de la pasta es el gluten que le confiere su elasticidad típica. El contenido medio se sitúa entre el 12 y el 13% por lo que se puede considerar como una fuente adecuada de proteína, aunque ésta es deficiente en lisina, un aminoácido esencial. No obstante, teniendo en cuenta el concepto de complementación proteica, esta proteína puede combinarse con otras de distinto origen (legumbres, frutos secos, leche, carne, etc) y dar lugar a una mezcla con un perfil de aminoácidos adecuado; es decir, a proteínas de gran calidad, para un óptimo aprovechamiento metabólico por parte de nuestro organismo. La baja cantidad de grasa que contiene la pasta es una ventaja, dadas las recomendaciones actuales de disminución del consumo de este nutriente. No obstante, cuando se hace referencia a este nutriente hay que tener en cuenta la elaboración del plato. Por ejemplo, unos espaguetis elaborados de la forma más sencilla y acompañados de salsa de tomate, apenas contienen grasa, mientras que si a esos espaguetis se les añade carne, queso, etc., el contenido graso se dispara a expensas de los ingredientes añadidos. El aporte de minerales y de vitaminas es escaso, y va a depender del grado de extracción de la harina de partida y de si ésta está enriquecida o no. (Pascual 2004).

Los componentes de las pastas son los mismos de las harinas de las cuales proviene, con ligeras variaciones en la calidad, especialmente en el gluten que ya no puede ser calculado como tal, si no como sustancia nitrogenada o proteína (Rojas, 1998).

**CUADRO 11: TABLA DE COMPOSICIÓN NUTRITIVA (POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE, EN CRUDO).**

COMPOSICIÓN	g/100g de fideo
Energía (Kcal.)	360
Agua (g.)	12.1
Proteína (g.)	9.4
Grasa (g.)	0.2
Carbohidratos (g.)	78.2
Fibra (g.)	0.5
Ceniza (g.)	0.6
Calcio (mg.)	24

Fuente: Collazos (1993).

### 2.2.3 Proceso de fabricación de la pasta

#### 2.2.3.1 Mezcla

El proceso de mezcla en la elaboración de pastas alimenticias consiste simplemente en unir una cantidad determinada de harina o sémola con otra cantidad precisa de agua potable, removiendo el conjunto con intensidad para obtener un producto homogéneo, y consiguiendo una reacción de hidratación de las proteínas que van a formar parte del gluten y dar lugar a una reacción de hidratación del almidón (Callejo, 2002)

Es importante considerar la granulometría de las harinas y sémolas, su contenido en gluten y la calidad de este último, ya que son determinantes para alcanzar una constitución adecuada de la estructura de la masa. Durante esta etapa será necesario tomar en cuenta la cantidad de agua a añadir, la

temperatura de la masa y el tiempo mezclado. El nivel de hidratación de la sémola se encuentra entre el 48% de la materia seca, y la duración del mezclado es próxima a 10 minutos, la cantidad de agua esta en función de la cantidad de la harina a emplear así como la calidad del gluten. En esta etapa de mezclado se adicionan los aditivos, por otro lado la interfricción de los componentes de la mezcla podría traer consigo un aumento de la temperatura que tiene mala influencia en la proteína del trigo (Callejo, 2002).

### 2.2.3.2 Amasado

Se realiza inmediatamente después del mezclado evitándose el reposo de la mezcla por que podría ocasionar mayor acidez en la masa por acción de la temperatura. El amasado permite una íntima incorporación de los ingredientes de tal forma que se pueda obtener una masa más homogénea y bien amalgamada. En promedio tiene una duración de 10 a 15 minutos, tiempo durante el cual la masa debe ser revuelta continuamente a modo de evitar la formación de costra superficial (Pascual, 2005).

Básicamente el proceso de mezcla de las pastas alimenticias pasa por las siguientes etapas:

#### a. Amasado o empastamiento

Mezcla de harinas con el agua (Pascual, 2005).

#### b. Amasado o granulación

Operación seguida al empastado donde se homogeniza paulatinamente la pasta. Esta etapa conduce a la formación de un producto granular (homogenización, desarrollo del gluten y la formación de la estructura proteica), (Pascual, 2005).

El mezclado excesivo es perjudicial para el producto resultante, pues las partículas de harina y sémola de la masa, después de trabajadas más de 20 minutos, se deforman y abren originando cierto ablandamiento y flacidez de la masa, la cual adquiere una consistencia floja, opaca, débil, con el

inconveniente de que una vez desecada se rompe y disgrega con cierta facilidad. Si se aplica una velocidad excesiva a la maquina se llega también a estas deficiencias y las partículas de harina y sémola disgregadas y separadas originan una masa blanda, seca, blanquecina, de escasa consistencia, es decir, sin sostenimiento (Pascual, 2005).

### **2.2.3.3 Extrusado**

#### **a. Pastas laminadas**

Para la elaboración de pastas laminadas una vez finalizada la etapa de amasado se refina la pasta a través de un par de cilindros lisos, convirtiéndolo la masa en una extensa y homogénea lamina. Durante los varios procesos de laminación, la masa laminada tiende a ser cada vez más delgada y blanda debiendo considerar la existencia de grumos que podrían ocasionar fermentaciones y acidificar la masa adquiriendo un sabor ligeramente ácido (Rojas, 1998).

Inmediatamente de procede al cortado o hileo de la masa laminada, siendo este un factor esencial ya que las pastas alimenticias deben tener una presentación atractiva para el consumidor (Rojas, 1998).

#### **b. Pastas prensadas**

Conocidas como pastas extruídas o sistema de tornillo horizontal o tornillo de Arquímedes de forma horizontal para suministrar presión y permitir carga continua). Después del amasado, la mezcla pasa por el tornillo sin fin de compresión para compactar la masa en estado plástico y forzarla a salir por los orificios previamente diseñados en los moldes de bronce, presiones son de aproximadamente 70-120 kg/cm teniendo por objeto formar una masa compacta que ayudada por el vacío extrae el aire y la humedad libre (Rojas, 1998).

Si la masa se calienta demasiado (por encima de 74 °C), la calidad de cocción del producto terminado será dañada. Para controlar el patrón de extrusión, la velocidad de rotación del gusano, temperatura y condición física de la masa son factores muy importante (Rojas, 1998).

#### **2.2.3.4 Secado**

Esta etapa del proceso sirve para desecar la pasta moldeada, con una humedad inicial de 31%, hasta lograr una humedad final de 13% y una mayor consistencia estructural (Callejo, 2002).

Es el aspecto más delicado de la elaboración. El agua debe ser eliminada a velocidad uniforme para evitar gradientes de humedad en el interior de la masa, que podrían causar agrietamientos. También, hay que evitar el acortezamiento en la superficie del producto, que puede obstaculizar la salida del agua en las superficies mas internas de forma que queda encerrada al final del proceso (Callejo, 2002).

Según Basurco y Mora (2005), se tienen los siguientes métodos de secado.

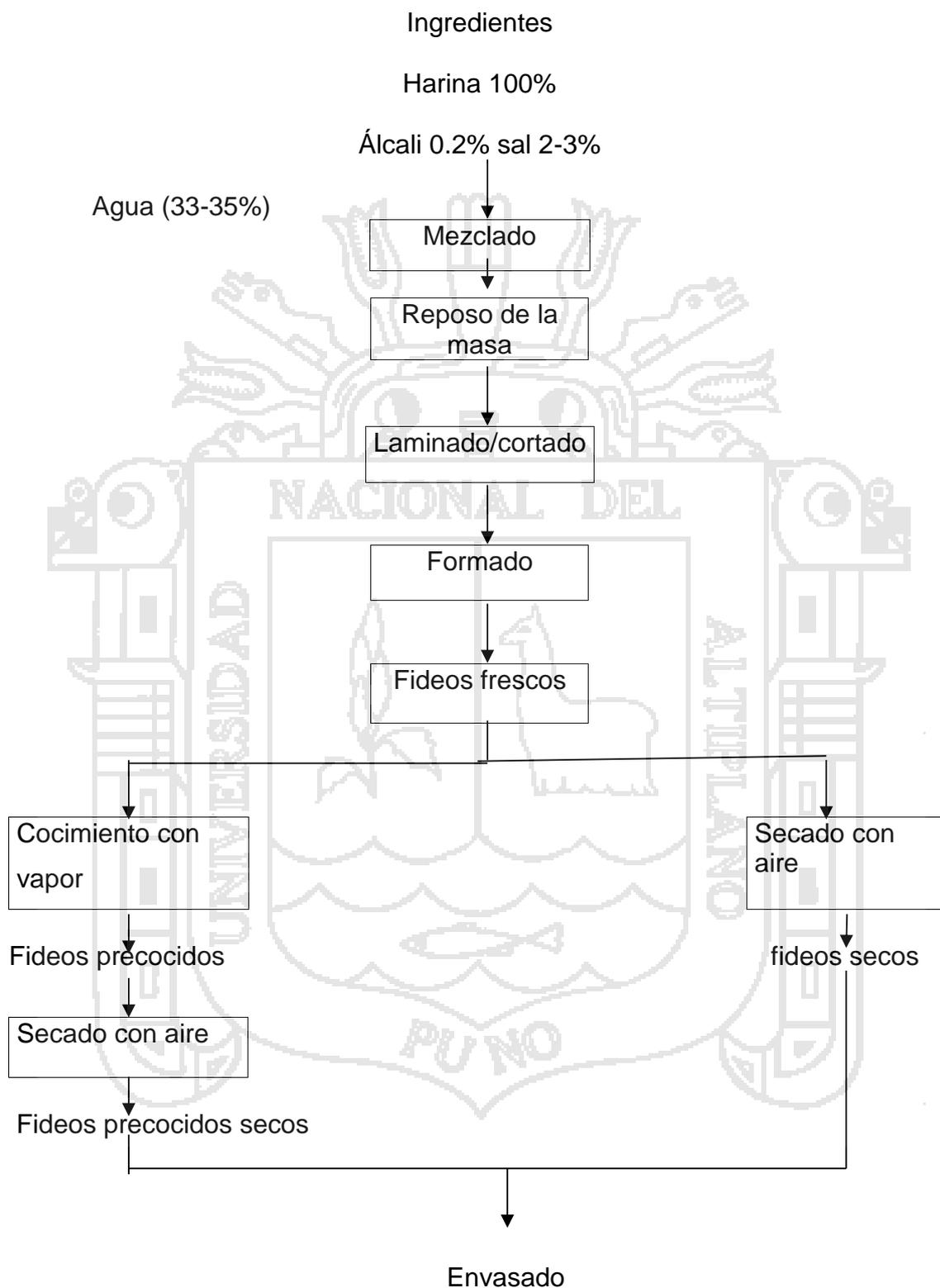
##### **a. Secado lento**

Se remueve el 40% del agua en corto tiempo (30min), posteriormente, la pasta se somete a un programa de baja temperatura con alta humedad relativa (90%) con el objeto de lograr el equilibrio entre la humedad del centro con la del exterior de la pasta (2-3 horas), finalmente, la pasta se deshidrata lentamente (45°C) hasta llegar a 10-12 % de humedad (8-12 horas).

##### **b. Secado rápido**

Este consiste en elevar la temperatura a 75 °C pero solamente unas cuantas horas.

**FIGURA 2: DIAGRAMA PARA LA PRODUCCIÓN DE DIFERENTES VERSIONES DE FIDEOS ORIENTALES A PARTIR DE LA HARINA DE TRIGO**



FUENTE: Othon Serna (1996)

## **2.2.4 Algunos aspectos bioquímicas de las pastas**

### **2.2.4.1. Bioquímica durante la operación de mezcla**

Al mezclar agua y harina se forma masa, a medida que continua esta operación se rompe la tensión superficial de la película formada y así el agua se pone en contacto con mayor cantidad de harina para producir más películas de masa. El agua penetra dentro de los gránulos de almidón y en la matriz proteica. El material proteico tiene mayor afinidad por el agua que el almidón, las gliadinas y gluteninas se unen a lípidos, minerales y carbohidratos al realizarse la mezcla e hidratación, formando un compuesto visco elástico llamado gluten (Rojas, 1998).

### **2.2.4.2. Bioquímica durante la operación de secado**

Las propiedades químicas de las proteínas de las harinas y sémolas sufren ciertos cambios a temperaturas relativamente suaves, especialmente en la solubilidad, las que pueden estar asociadas con cambios nutricionales, si la intensidad del calor es suficientemente prolongada. Durante la etapa del secado ocurre una desnaturalización del gluten. Por tanto será necesario el control del tiempo de esta etapa, ya que de realizarse rápidamente se puede producir la impermeabilización de la superficie externa del fideo, dificultándola salida del agua interior. De lo contrario, un secado extremadamente lento desmejora la calidad del producto final ya que se favorece la retrogradación de la cadena lineal amilasa, componente lineal de la cadena del almidón, formado una cadena helicoidal de glucósido maltosa (Rojas, 1998).

En esta etapa, el almidón también se ve afectado por la temperatura y la humedad, a medida que esta se incrementa el almidón sufre un proceso de gelatinización lo que se puede comprobar por la formación de fideos soldados o pegados unos a otros. Aparentemente, el fideo se muestra seco, pero estas zonas de pagado tienen una humedad mayor que el resto, que en condiciones ambientales producirá el trizado o rotura de la estructura (Rojas, 1998).

## **2.2.5 Influencia de algunos componentes importantes en la bioquímica del proceso**

### **2.2.5.1 Almidón**

En las harinas, el almidón es el componente principal cuantitativamente hablando, es una sustancia glucídica compuesta de granos microscópicos, compuesta aproximadamente de 25% de amilasa (cadena lineal de unidades de glucosa) y 75% de amilopectina (cadena múltiple estructurada por unidades de glucosa). Pero cuando la sémola o harina es usada para preparar masa para la producción de pastas, la excesiva presencia de azúcares es siempre perjudicial, ya que, durante el secado algunos azúcares (pentosas) pueden producir reacción de Mayllard, los cuales pueden desarrollarse en varias fases, con la consecuencia de un pardeamiento enzimático (Basurco y Mora, 2005).

Los gránulos del almidón pueden resultar dañados durante la molienda del trigo duro para la obtención de la sémola lo que provoca un aumento en su capacidad de retención de agua, así como de sus susceptibilidades a los ataques enzimáticos. Durante la fabricación de pastas alimenticias, se puede provocar el daño en el almidón, por el efecto de cizalla ejercido en el curso de la extrusión. Asimismo durante el secado, se produce igualmente una hidrólisis enzimática parcial del almidón. Durante la cocción de las pastas alimenticias, el almidón se modifica. Su gelatinización influye sobre la calidad culinaria de los productos cocidos, fundamentalmente sobre su viscosidad y elasticidad (Callejo, 2002).

### **2.2.5.2 Proteínas**

El porcentaje de gluten promedio es aproximadamente 13% más o menos, con concentraciones que crecen en las capas superficiales del grano y en capas inmediatamente adyacentes del germen (Basurco y Mora, 2005).

Las proteínas funcionales son las proteínas de reserva y constituye el 80 – 85% de las proteínas totales de la sémola. El gluten es la principal proteína en el trigo y sus derivados, constituido por gliadina y gluteninas. La presencia de

estos componentes permite explicar su funcionalidad y su capacidad de agregación, fundamentalmente en función del número y localización de los residuos cisterna (-SH) que contengan, permitiéndoles así la formación de puentes disulfuro intra y/o intermoleculares (Callejo, 2002).

Otros tipos de uniones, de baja energía (uniones puente de hidrogeno, interacciones hidrófobas, iónicas) intervienen igualmente en la formación de polímeros proteicos en la red de gluten. El desarrollo del red de gluten durante la plastificación, no solamente va contribuir a través de las propiedades viscoelásticas del gluten, a una adecuada textura de la pasta cocida, sino que dicha red retiene los almidones tras la cocción, evitando que se liberen el agua en su preparación (Callejo, 2002).

#### **2.2.5.3 Minerales**

La celulosa y minerales se encuentran altamente concentrados en la cáscara y el germen del grano de trigo, desde el punto de vista tecnológico del secado estos componentes tienen poca importancia, sin embargo, estos son importantes para el valor del producto comercial. Una alta concentración de estos, tienen un efecto negativo en la apariencia. La presencia de minerales en la sémola, afecta en forma particular ámbar en la apariencia de la pasta seca (Basurco y Mora 2005).

#### **2.2.5.4 Enzimas**

La importancia de las enzimas es enteramente diferente para la preparación de la masa y el secado del producto, lo mas importante es la amilasa que rompe las cadenas de almidón liberando dextrinas (cuarteamiento de la pasta) y maltosa (azúcar reductor que incrementa la posibilidad de la ocurrencia de la reacción de mayllard). Otras enzimas que afectan el secado de la pasta, es la proteasa que hidroliza las proteínas y debilita el gluten. La lipoxidasa y la lipoxigenasa, presentes en el germen del grano de trigo, son las responsables de la oxidación y la destrucción de las vitaminas que ayudan a producir el color amarillo de la pasta (tocoferol y carotenoides) (Basurco y Mora, 2005).

## 2.2.6 Criterios de la calidad de las pastas

### 2.2.6.1 Apariencia general

La apariencia se define como el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante de apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie ( Ureña y D' Arrigo, 1999).

#### a. color

Aspecto de evaluación estética que en su mayor parte, depende de las características de las harinas usadas. Para pastas convencionales, una coloración amarilla ambarina es deseable y una coloración marrón indeseable. Durante el proceso de fabricación de pastas alimenticias se destruye una cantidad variable de carotenoides, según las variedades de trigo (Callejo, 2002).

#### b. Forma y tamaño

Que es variable en función del tipo de fideos que se está fabricando y estará directamente relacionado a la forma del molde y/o cortador. Las pastas deben conservar formas netas, regulares y los diseños deben estar bien formados (Callejo, 2002).

#### c. Estado y superficie

El agrietamiento, las características de la superficie y los defectos con las manchas y rayas, también afectan la apariencia de la pasta y la aceptación del consumidor. En todo caso, el agrietamiento en una pasta no es deseable. Antiguamente se creía que la superficie lisa de un fideo era sinónimo de calidad, sin embargo, expertos de la empresa ALICORP afirman que un fideo rugoso en su superficie, permite mejor adhesión de las salsas utilizadas en las preparaciones culinarias de las pastas, lográndose un mayor disfrute de la misma (Callejo, 2002).

### 2.2.6.2 Sabor

El sabor como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Al sabor resulta de la combinación de 4 propiedades: olor, aroma, gusto y textura (Ureña y D' Arrigo, 1999). El sabor de las pastas debe ser característico a las materias primas utilizadas en su elaboración, con ausencia de sabores ácidos, extraños o desagradables.

### 2.2.6.3 Textura

La textura de los alimentos no tiene una definición exacta, precisa y satisfactoria, por la misma razón que no se le considera como una propiedad sino como un conjunto de ellas (Roudot, 2004).

La textura es una mezcla de los elementos relativos a la estructura del alimento (tanto mecánico como reológico) y a la manera en la cual están relacionados con los sentidos fisiológicos (tacto, vista y oído). En el caso alimentos sólidos, las propiedades texturales se manifiestan cuando el alimento es sometido a deformación (Ureña y D' Arrigo, 1999).

#### a. Dureza o firmeza

Representa el grado de resistencia a la primera mordedura y es sensorialmente definido como la fuerza necesaria para penetrar la pasta con los dientes. Una pasta debe mantenerse firme y consistente después de la cocción manteniendo su forma inicial (Pascual, 2005).

#### b. Pegajosidad o adhesividad

Es la fuerza con la que la superficie de la pasta cocinada se adhiere a otros materiales o superficies, por ejemplo: lengua, dientes, paladar, dedos, cubiertos, etc. La pasta después de la cocción no debe ser pastosa, pegajosa,

deshacerse, ni caer en papilla, ya que esto indicara una pobreza en gluten (Pascual, 2005).

### **c. Cohesividad o elasticidad**

Las cohesividad son definidas como la fuerza de las uniones internas que mantienen la estructura de la pasta. La elasticidad representa la capacidad de la pasta de forma para recuperar la forma inicial cuando se retira la fuerza deformante (Pascual, 2005).

#### **2.2.7 Calidad culinaria de las pastas**

Es un concepto difícil de definir aunque existen algunas características que permiten describir este concepto.

Rojas (1998), menciona que las pastas se someten a cocción para hacerlas digeribles mediante la gelatinización del almidón, así como para que sean organoléptica mente aceptables y de textura apreciable. Este tiempo es de 10 – 15 minutos aproximadamente.

Rojas (1998), El tiempo máximo de cocción es aquel en que la pasta es degradable, la diferencia entre el tiempo máximo y mínimo se conoce tiempo de sobre cocción y debe ser el mas elevado posible, en donde ocurre la gelatinización del almidón, lográndose que la amilasa se desintegre en moléculas de glucosa, para tener una mayor asimilación y aprovechamiento en el organismo.

Las características que permiten describir la calidad culinaria de una pasta son:

- Hinchamiento debido a la absorción de agua.
- Firmeza y viscoelasticidad de la pasta después de la cocción.
- Pegajosidad de la superficie de la pasta cocida.
- Desintegración del producto cocido.
- Aroma y gusto.

### 2.2.8 Defectos y alteraciones en la fabricación de fideos

Alguna de las alteraciones en los fideos se presentan debido a las siguientes razones (Rojas, 1998):

- Por haber sido fabricada con harina de baja calidad, o por la adición de pastas en malas condiciones. Los fideos fabricados con harinas deterioradas o alteradas toman un color gris sucio; no son muy tenaces y contienen un gluten que se disgrega con facilidad.
- Por no haber sido sometido a un proceso adecuado de secado.
- por permanecer una vez secos en ambientes no aireados ni secos.
- Por contaminación, antes, durante o después del proceso de elaboración.

Los defectos más comunes en la fabricación de las pastas son las siguientes:

### 2.2.9 Rajado o trizado de las piezas de fideos

La rajadura de las piezas se origina por la expansión y contracción diferencial de las capas constituyentes de los fideos, bajo la influencia de los cambios de la humedad, es decir el quebrado del fideo es causado por la diferencias en los contenidos de humedad y no por diferencias en las temperatura, pero las diferencias en la temperatura tienen un efecto marcado sobre la distribución de la humedad, de tal manera que estas diferencias en la temperatura causan el quebrantamiento de las piezas en forma indirecta ( Basurco y Mora, 2005).

### 2.2.10 Sedimentación

Este problema se debe a las distintas capacidades que presentan las proteínas de las sémolas y semolinas para formar; durante el amasado, una red capaz de retener los otros componentes de las partículas de semolina, especialmente los almidones; así si la red proteica no alcanza una buena estructura dejar escapar los gránulos de almidón durante la cocción culinaria (Basurco y Mora, 2005).

## 2.3. MEZCLA ALIMENTICIA

Las mezclas alimenticias combinan adecuadamente diferentes fuentes para obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional. Mediante una combinación adecuada se puede mejorar el balance de aminoácidos esenciales en una dieta. Las mezclas alimenticias se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición para poder cubrir mejor sus necesidades nutricionales. Se puede combinar los cereales con las leguminosas, y así compensar las deficiencias de ciertos aminoácidos esenciales (lisina en cereales y metionina y cistina en leguminosas). Los granos andinos no tienen estas deficiencias, su contenido en lisina es el doble en comparación con otros cereales (Repo – Carrasco, 1998).

Vargas (1977), menciona que al sustituir harina de trigo por sucedáneas se debe establecer un límite al porcentaje de sustitución para evitar significativa desviación en las características del producto final.

### 2.3.1. Criterios a considerar para la elaboración de una mezcla alimenticia

Vargas (1977), menciona que existen diversos criterios técnicos a considerar en la elaboración de una mezcla alimenticia, siendo las más importantes.

- Que sea altamente nutritiva, proporcionando una cantidad adecuada de calorías y proteínas y que tengan un alto valor biológico, buena aceptabilidad, bajo costo y que los carbohidratos, grasas y proteínas tengan una alta digestibilidad para evitar trastornos digestivos.
- Que las materias primas sean producidas o susceptibles de ser producidas en el país.
- Que el producto final pueda adaptarse a los hábitos alimenticios existentes.
- Que sea de fácil manejo, sin requerir tratamientos posteriores y que tengan un periodo largo de vida útil.

## 2.3.2. Evaluación de calidad de mezcla

### 2.3.2.1 Métodos para evaluar la calidad proteica

Existen tres métodos para determinar el valor de la proteínas de una dieta balanceada, entre ellos tenemos biológicos, químicos y enzimáticos (Díaz, 1999).

#### 2.3.2.1.1 Método de computo químico

El computo aminoacídico permite estimar la calidad proteica de un aliento o una dieta. Para determinarla se calcula el porcentaje en que se encuentra cada aminoácido esencial de la proteína en estudio en relación a la concentración del aminoácido de las recomendaciones del lactante, pre escolar y escolar. El aminoácido esencial que muestra el menor porcentaje se va a denominar aminoácido limitante de la proteína y su valor porcentual es el computo aminoacídico (Barreto y Rojas, 2002).

#### 2.3.2.1.2 Métodos Biológicos

Los métodos biológicos se basan en medir el crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales, en función al aporte proteico (Díaz, 1999).

##### 2.3.2.1.2.1. Relación de eficiencia proteica (PER)

Es una medición bastante simple, consisten en controlar el crecimiento de animales jóvenes, alimentados con la proteína problema, y relacionar con los gramos de peso ganado con los gramos de proteína ingerida.

$$PER = \frac{\text{Gramos de peso ganado}}{\text{gramos de proteina ingerida}}$$

El método es original de Osborne y Mandel y con ligeras modificaciones es el mismo que se usa hasta hoy en día. Los autores recomendaban administrar cada proteína a su concentración óptima en la dieta, por convención internacional, para evitar ensayos previos, las proteínas se ensayan a una concentración del 10% en la dieta (Barreto y Rojas, 2002).

La experiencia se realiza generalmente en ratas machos, animales de 20 a 23 días de edad, se las mantiene en jaulas individuales y el ensayo dura 4 semanas, las raciones fueron ofrecidas a cada animal durante este periodo. Se tomo el peso inicial y luego se le alimento con las raciones, anotando diariamente el alimento consumido y el residuo y cada semana se registro el incremento de peso. El método tiene una serie de ventajas y desventajas (Barreto y Rojas, 2002).

#### **Ventajas:**

- Necesita poco trabajo analítico, la única determinación que se requiere es la del nitrógeno en la dieta.
- Puede ensayarse en cualquier organismo en crecimiento
- Por trabajar con jaulas individuales se puede aplicar cálculo estadístico.

#### **Desventajas:**

- No siempre el peso ganado es fiel reflejo de la proteína depositada; determinadas dietas pueden provocar retención de agua y/o depósito exagerado de lípidos.
- Algunas proteínas administradas al 10% no producen crecimiento e incluso pueden condicionar descenso del peso; en estos casos el numerador es cero o negativo y después de cuatro semanas de experimentación no se obtiene ningún resultado.
- Los resultados se ven influenciados por la cantidad de dieta ingerida y por lo tanto, la palatabilidad incide en forma importante.

### 2.3.2.1.2.2. Utilización Neta de Proteína (NPU)

El método es original de Millar y Bender, goza de bastante prestigio y se le emplea profusamente, reúne características de rapidez, exactitud, reproducibilidad y versatilidad que lo hacen especialmente apta para el trabajo rutinario, como también para fines de investigación, consiste en medir el porcentaje del nitrógeno ingerido que el organismo retiene (Barreto y Rojas, 2002).

Este método determina nitrógeno en carcasa desecada del animal.

$$NPU = \frac{N \text{ corporal experimental} - N \text{ corporal apteico}}{N \text{ ingerido grupo experimental}} * 100$$

### 2.3.2.2 Evaluación Sensorial

#### 2.3.2.2.1 Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc (Anzaldúa, 1994).

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

Espinoza (2003), es una disciplina independiente, capaz de producir resultados precisos y reproducibles, tanto sobre aspecto cualitativos como cuantitativos de los alimentos, actualmente el termino que mejor se adapta a la definición

mencionada es el de evaluación sensorial. Debe ser practicado por un grupo de personas denominadas: “equipo de degustadores”, “panel sensorial”, “panel de jueces”, “equipo de jueces” o “panel de catadores”.

### 2.3.2.2 Métodos de Evaluación Sensorial

Espinoza (2003), las pruebas sensoriales se clasifican en dos grandes grupos, el primero esta constituido por pruebas analíticas, las cuales se ejecutan bajo condiciones controladas de un laboratorio y con jueces entrenados. El segundo grupo esta integrado por pruebas afectivas que se realizan con consumidores (personas no entrenadas en técnicas sensoriales) y en condiciones que no le sean ajenas o extrañas para utilizar o consumir el alimento en estudio.

**CUADRO 12: CLASIFICACION DE LOS METODOS DE EVALUACION SENSORIAL**

<b>MÉTODOS ANALÍTICOS</b> (de laboratorio)		
<b>A. Sensitivo</b> 1. discriminación o diferenciación  a. Comparación por pares b. Dúo - trío c. Dúo – estándar d. Triangular	<b>B. Cuantitativo</b> 1. gradientes o escala  a. Ordenación b. Intervalos c. Proporción	<b>C. Cualitativo</b> 1. análisis descriptivo  a. Perfil de sabor b. Perfil de textura c. Perfil por dilución
2. Umbral  a. Método de limites b. Ajuste o error medio c. Frecuencia o estímulo conns	2. Duración  a. Tiempo - intensidad	
<b>MÉTODOS AFECTIVOS</b> (de consumidor)		
<b>A. Aceptación</b>  Aceptación/rechazo cuando no hay opciones	<b>B. Preferencia</b>  Selección entre dos o mas opciones	<b>C. Hedónico</b>  Nivel de agrado, grado de gustar o disgustar.

Fuente: Espinoza, 2003

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto”. (Watts et al., 1992).

### **Pruebas Orientadas al Consumidor:**

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

#### **a. Pruebas de Preferencia**

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otras, esta prueba es similar a una prueba discriminativa de comparación apareada simple, pero con la diferencia de que en una prueba de preferencia no se busca no se busca determinar si los jueces pueden distinguir entre dos muestras – donde no importan sus gustos personales sino que se quiere evaluar si realmente prefieren determinada muestra.

La prueba es muy sencilla y consiste nada mas en pedirle al juez que diga cual de las dos muestras prefiere. Es importante incluir en el cuestionario una sección de comentarios para que así uno pueda darse cuenta de por que los jueces prefieren una muestra en particular.

#### **b. Pruebas de Aceptabilidad**

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc.

**c. Pruebas Hedónicas**

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

Escalas hedónicas verbales; estas escalas son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que le produce la muestra. Deben contener siempre un número impar de puntos, y se debe incluir siempre el punto central “ni me gusta ni me disgusta”. A este punto se le asigna generalmente la calificación cero.

Escalas hedónicas gráficas; cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debido al tamaño de esta, o cuando los jueces tienen limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados en la escala de gráficos.

**CUADRO 13: CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

CAMPO	PROBLEMA
Control de proceso de fabricación	Materia prima Cambios en el proceso Cambios de ingrediente
Control del producto	Almacenamiento (almacenamiento control) Atributos – calidad sensorial Influencia de los parámetros sobre cada atributo Límites entre grados de libertad Selección de métodos instrumentales
Control de mercado	Estudios comparativos Estudios de aceptación

Fuente: Espinoza (2003).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCION

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares:

- El proceso de elaboración de los fideos precocido y la evaluación sensorial se desarrollo en las instalaciones de la planta piloto de la Universidad Campesina Católica San Pablo de Batallas la Paz Bolivia.
- Los análisis proximales, fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en la Universidad Nacional del Altiplano, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en los laboratorios de bromatología y microbiología.
- El análisis del Valor Proteico de los fideos precocidos se realizó en el laboratorio de bromatología, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en la Escuela Profesional de Nutrición, Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).

#### 3.2 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

##### 3.2.1 Material prima e insumos

- Cañihua (*chenopodium pallidicaule* Aellen), de la variedad RAMIS, por contener mayor porcentaje de proteína según Gutiérrez (2003) y Sota (2003); provenientes del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) – ILLPA PUNO.
- Harina de trigo especial, comercializada por la empresa Alicorp.
- Gluten vital trigo comercializado por la empresa MONTANA S.A.
- Sal yodada, adquirido en el mercado local.

### 3.3 MAQUINARIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL TRABAJO DE INVESTIGACION

#### 3.3.1 Para el procesamiento de harina de cañihua

- Balanza digital marca SANTER Capacidad de 10 kg.
- Balanza analítica marca METLER TOLEDO; modelo AB204
- Equipo granulométrico
- Molino de martillo marca FACOMET

#### 3.3.2 Para el procesamiento de fideos

- Balanza electrónica marca SORES; modelo JAWS – 8288P
- Moldeadora de tallarines
- Selladora de bolsas plásticas IMPULSE SEALER tipo KF – 200H
- Autoclave marca VERTEX; modelo 401
- Material de empaque (envases de polipropileno de alta densidad).

#### 3.3.3 Materiales utilizados para el análisis a nivel laboratorio

Para realizar los análisis de laboratorio de las materias primas; análisis fisicoquímico, microbiológico y biológico del producto de los fideos precocidos, entre los materiales comúnmente utilizados fueron:

- Estufa
- Mufla
- Equipo soxleht
- Placas petri
- Termómetro
- Juego de tamices tyler de serie Británica
- Probetas, tubos de ensayo, pipetas, buretas, papel filtro, campana de secador, fiolas, matraces y otros

### 3.3.4 Materiales e ingredientes utilizados para el análisis del valor biológico

#### 1. Equipos y materiales

- Bioterio (Jaulas metálicas de acero galvanizado)
- Balanza analítica
- Recipientes de vidrio para alimentar
- Tasas
- Papel kraft
- Probetas
- Bolsas de plástico
- Calculadora
- Algodón
- Equipo de Kjeldahl
- Guantes quirurgico.
- Estufa
- Tijeras

#### 2. Material biológico

- Caseína
- Fideos precocidos de cañihua
- Aceite comestible vegetal
- Multivitaminicos
- Almidón
- Afrecho
- Ratas albinas

#### 3. Reactivos

- Mezcla de minerales
- Éter
- Acido sulfúrico
- Acido clorhidrico 0.1 N
- NaOH
- Fenolftaleina

### 3.4 MÉTODO Y PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CAÑIHUA

El proceso de elaboración de harina de cañihua comprendió los siguientes pasos:

- **Recepción de materia prima**

Los granos de cañihua fueron adquiridas de Instituto Nacional de Investigación Agraria – (INIA) Puno, la variedad Ramis. Se verificó la higiene y buen estado de las materias primas antes de su adquisición.

- **Limpieza**

La limpieza se hizo manualmente con la finalidad de separar las impurezas y material extraño que pudieran presentar los granos de la cañihua.

- **Lavado**

En esta operación se lavaron los granos empleando tinajas de PVC de 50 litros de capacidad, cuya finalidad es eliminar la presencia de piedras, arenillas y tierras adheridas al grano de cañihua.

- **Ecurrido**

Son sometidos a un proceso de escurrido, cuya finalidad es eliminar el agua presente para facilitar la etapa posterior de secado y otra finalidad es para prevenir de una posible germinación del grano y esto se realizó por medio de mallas finas que retiene al grano de cañihua.

- **Secado**

Se realizó al medio ambiente aproximadamente a 16°C durante el día y 5°C durante la noche, en un periodo de 2 días.

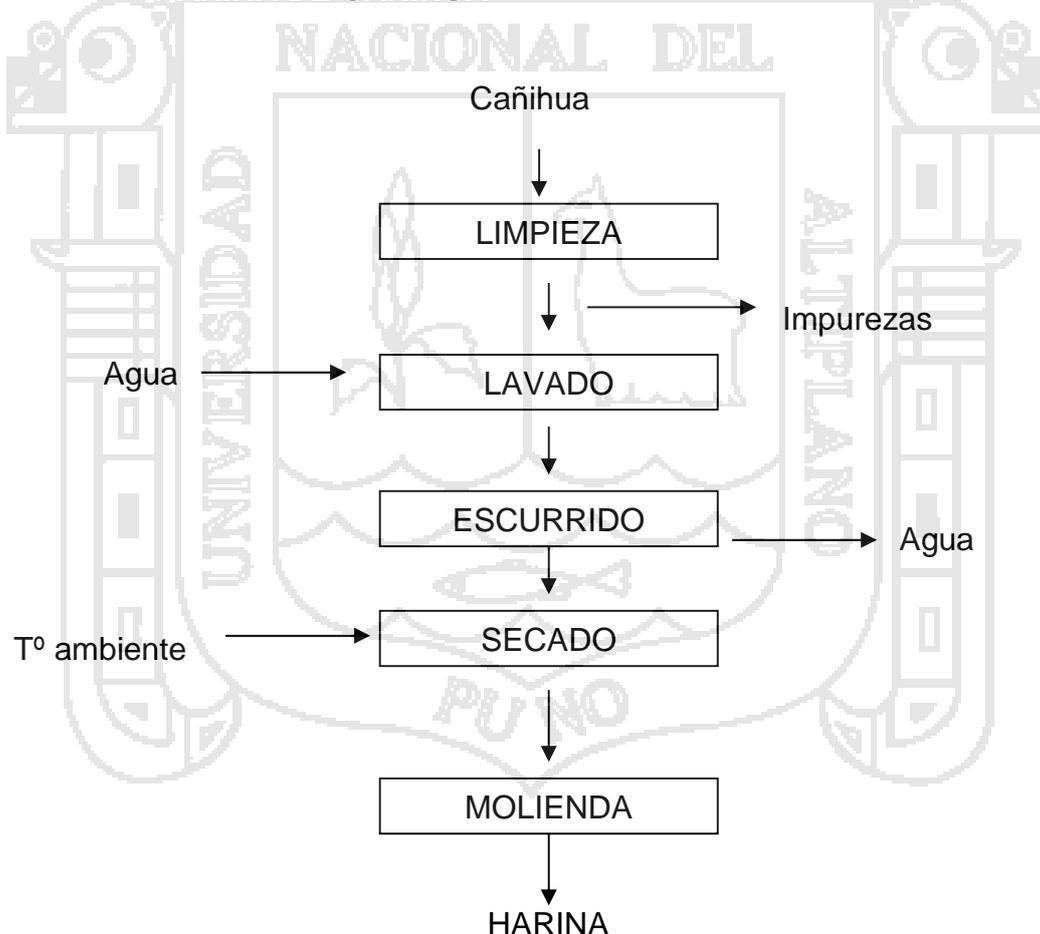
- **Molienda**

Se sometieron a molienda los granos con ayuda de un molino de martillo, haciendo uso de mallas o tamices de 0.5 mm.

- **Embolsado y almacenamiento**

Una vez obtenida la harina de cañihua, fue embolsada, en bolsas de polietileno de alta densidad y sellada térmicamente para evitar migración de la humedad del medio ambiente hacia el producto.

**FIGURA 3: FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CAÑIHUA**



Fuente: Repo – Carrasco, 1998

### 3.5 METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA HARINA DE CAÑIHUA

#### 3.5.1 Análisis físicos de la harina de cañihua

##### 3.5.1.1 Determinación del rendimiento de la harina

Se realizó con la finalidad de terminar el porcentaje del producto molido con relación a la materia prima utilizada.

Se calculó sobre la base de la relación siguiente:

$$RENDIMIENTO = \frac{\text{peso promedio del producto molido}}{\text{peso de la materia prima}} \times 100$$

##### 3.5.1.2 Determinación de la densidad aparente

Se procedió mediante el siguiente cálculo:

$$DENSIDAD \text{ APARENTE } (gr / cm^3) = \frac{\text{peso promedio de las harinas}}{\text{volumen promedio de las harinas}} \times 100$$

##### 3.5.1.3 Análisis granulométricos

El análisis granulométrico se realizó a nivel de laboratorio donde se determinó el tamaño de las partículas y la distribución en una muestra de producto de diversos tamaños. Las distintas proporciones separadas indican el grado de finura de dicha muestra, tal grado esta expresado en porcentaje peso retenido en determinada malla. Es de mucha importancia en las operaciones de amasado y en presentación del producto final. Los tamices utilizados son el de "Tyler".

### 3.5.2 Análisis químico proximal de las harinas

- Determinación de humedad; se siguió el método recomendado por la A.O.A.C. (1984), se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en una estufa a 110°C hasta llegar a un peso constante.
- Determinación de proteínas; se utilizó el método Kjeldahl (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de la fibra cruda; se hizo ácida y alcalina; según lo recomendado por la, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de la Grasa total; se aplicó el método Soxhlet, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de cenizas; se determinó por la incineración del material orgánico, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de carbohidratos. se determinó por diferencia: 100% menos el porcentaje de la suma de los demás componentes, (A.O.A.C. 1984).

### 3.6 METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIDEOS PRECOCIDOS

Después de contar con las harinas de trigo y cañihua, se procedió a la elaboración de fideos precocidos, en este caso se procede a elaborar a partir de las 4 formulaciones, las que se presentan en el Cuadro. 14.

El procedimiento para la elaboración de fideos precocidos es el siguiente:

**CUADRO 14: NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE HARINA DE CAÑIHUA POR LA HARINA DE TRIGO**

Mezclas	Harina de cañihua (%)	Harina de trigo (%)
<b>M1</b>	0	100
<b>M2</b>	10	90
<b>M3</b>	20	80
<b>M4</b>	30	70

Fuente: Elaboración propia

- **Recepción de la materia prima**

La harina de cañihua fué obtenido mediante procesos anteriormente mencionados. Estas harinas deben ser uniformes y cumplir los requerimientos mínimos de higiene.

- **Pesado**

En esta etapa, previamente se verificó que la balanza se encuentre calibrada. Se procedió a pesar las materias primas e ingredientes de acuerdo a la formulación establecida para cada una de las sustituciones del Cuadro 14.

- **Mezclado**

Las harinas, conjuntamente con el gluten y el hidróxido de sodio, ingredientes previamente pesados y mezclados estos ingredientes en seco, por aproximadamente 2- 3 minutos. Seguidamente se añadió agua potable 48% de la materia seca.

- **Amasado**

Se realizó inmediatamente después del mezclado evitándose el reposo de la mezcla para evitar que la mezcla se acidifique la masa por acción

de la temperatura. El amasado permitió una íntima incorporación de los ingredientes de tal forma que se obtiene una masa más homogénea y bien amalgamada. En promedio tiene una duración de 10 a 15 minutos, tiempo durante el cual la masa debe ser revuelta continuamente.

- **Laminado**

Para la elaboración de pastas laminadas una vez finalizada la etapa de amasado se refina la pasta a través de un par de cilindros lisos, convirtiéndolo la masa en una extensa y homogénea lamina. Durante los varios procesos de laminación, la masa laminada tiende a ser cada vez más delgada y blanda debiendo considerar la existencia de grumos que podrían ocasionar fermentaciones y acidificar la masa adquiriendo un sabor ligeramente ácido.

- **Cortado y moldeado**

Inmediatamente se procede al cortado y moldeado de la masa laminada, este fue realizado con la aplicación de una maquina tallarinera.

- **precocción.**

Los fideos enriquecidos con cañihua se colocan en el autoclave a una temperatura de vapor de 120 °C por un tiempo de 5 minutos hasta alcanzar la precocción

- **Secado.**

Una vez terminado la precocción los fideos, se procede al secado. Colocándolos después en una cámara de secado a 60°C durante 8 horas. Y a medio ambiente requiere por un tiempo de 24 horas hasta alcanzar una humedad menor a 15 %

- **Envasado.**

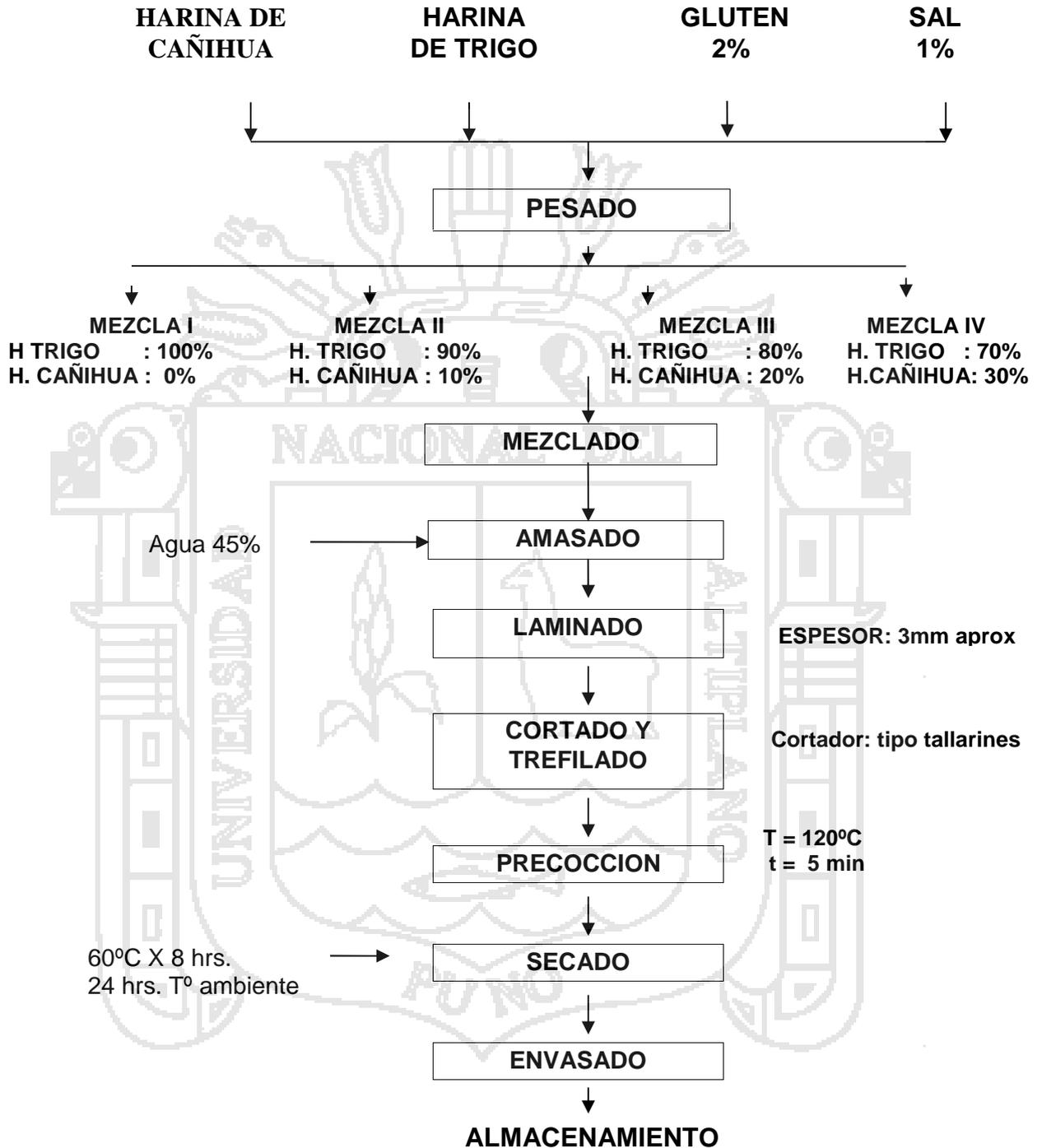
Los fideos son embolsados en bolsas de polietileno de alta densidad con una capacidad de 500 g, luego fueron selladas.

- **Almacenamiento.**

El producto fue almacenado a temperatura ambiente con protección de la luz solar aproximadamente de 1 mes, se hizo al final de dicho tiempo control microbiológico.



**FIGURA 4: FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCIÓN DE FIDEOS PRECOCIDOS A PARTIR DE LA HARINA DE CAÑIHUA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO**

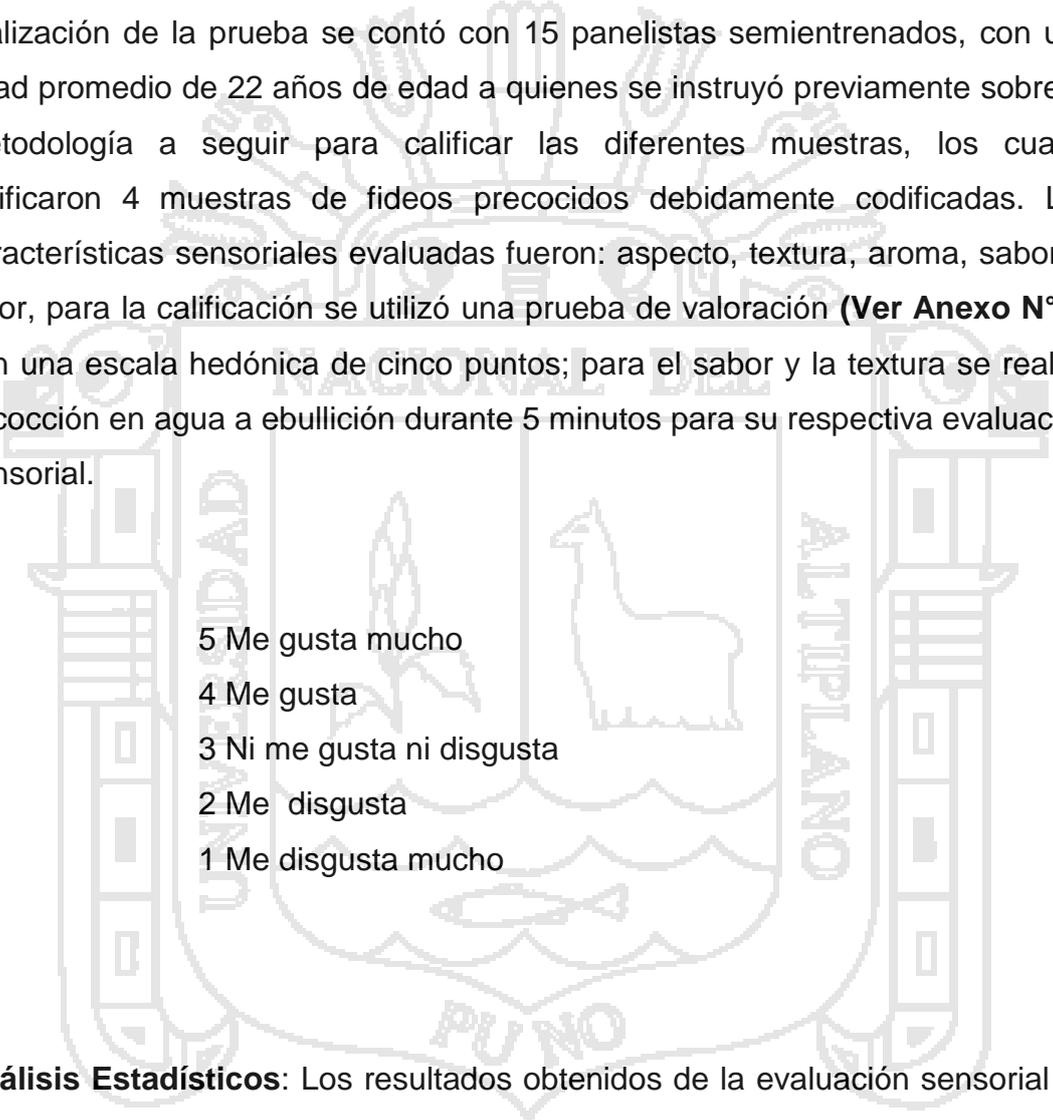


Fuente: Elaboración propia

### 3.7 ANALISIS DEL PRODUCTO FINAL

#### 3.7.1 Evaluación sensorial

Las pruebas se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Católica Boliviana San Pablo de Ingeniería Agroindustrial, especialmente equipado, con luz natural y medio ambiente tranquilo. Para la realización de la prueba se contó con 15 panelistas semientrenados, con una edad promedio de 22 años de edad a quienes se instruyó previamente sobre la metodología a seguir para calificar las diferentes muestras, los cuales calificaron 4 muestras de fideos precocidos debidamente codificadas. Las características sensoriales evaluadas fueron: aspecto, textura, aroma, sabor y color, para la calificación se utilizó una prueba de valoración (**Ver Anexo N° 2**) con una escala hedónica de cinco puntos; para el sabor y la textura se realizó la cocción en agua a ebullición durante 5 minutos para su respectiva evaluación sensorial.

- 
- 5 Me gusta mucho
  - 4 Me gusta
  - 3 Ni me gusta ni disgusta
  - 2 Me disgusta
  - 1 Me disgusta mucho

**Análisis Estadísticos:** Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de la fideos precocidos en estudio fueron analizados mediante el análisis de diseño bloque completo al azar (DBCA) y una clasificación por rangos de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (Calzada, 1984)

### 3.7.2 Análisis Químicos

Al producto terminado, es decir a los fideos precocidos se hicieron los siguientes análisis.

#### 3.7.2.1 Análisis químico proximal

- Determinación de humedad; se siguió el método recomendado por la A.O.A.C. (1984), se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en una estufa a 110°C hasta llegar un peso constante.
- Determinación de proteínas; se utilizó el método Kjeldahl (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de la fibra cruda; se hizo acida y alcalina; según lo recomendado por la, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de la Grasa total; se aplicó el método Soxhlet, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de cenizas; se determinó por la incineración del material orgánico, (A.O.A.C. 1984).
- Determinación de carbohidratos. se determinó por diferencia: 100% menos el porcentaje de la suma de los demás componentes, (A.O.A.C. 1984).

#### 3.7.3 Determinación de la temperatura de gelatinización

Se siguió el presente procedimiento, técnica usada (Grace, 1977):

- Se peso 10 gramos de la mezcla según el cuadro 14
- Se adicionó 100 ml agua destilada mas la mezcla en vasos de precipitados
- Se sometió a calentamiento a temperatura constante en una cocina eléctrica con control de temperatura.
- Se procedió a realizar las lecturas de la temperatura en el tiempo registrándose en una hoja XLS del programa Lawbiew
- Se analizaron los datos haciendo uso de gráficos y análisis de varianza de diseño completamente al azar y comparaciones duncan ( $P \leq 0.05$ ).

**Cálculos:**

La temperatura de gelatinización se lee directamente con una Termocupla tipo T.

**3.7.4 Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico del fideo precocido se realizó en el laboratorio de microbiología de la Escuela profesional de ingeniería agroindustrial de la Facultad de Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA - PUNO).

**3.7.4.1 Microorganismos mohos.**

- sugerido por las normas legales 071-2008-MINSA/DIGESA.

**3.7.4.2 Microorganismos staphylococcus aureus.**

- sugerido por las normas legales 071-2008-MINSA/DIGESA.

**3.7.4.3 Microorganismos salmonellas sp.**

- sugerido por las normas legales 071-2008-MINSA/DIGESA.

**3.7.5 Pruebas biológicas**

Estas pruebas biológicas (PER y NPU) se realizaron en las Ratas Albinas machos que fueron adquiridas en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UNSA.

**3.7.5.1 Ambiente de experimentación**

Las condiciones del lugar donde se alojaron las ratas, se tuvo en cuenta:

- La temperatura del ambiente fue aproximadamente 22°C.
- La humedad relativa fue de 70%.
- Los ruidos estresantes fueron controlados.

- La entrada y salida se estandarizó. El horario fue de 8:00 – 9:00 a.m. todos los días.
- Se utilizaron jaulas metálicas de acero galvanizado con fondo de malla de alambre para evitar que coman sus heces.
- Las dietas fueron brindadas una cantidad determinada todos los días y su consumo fueron registradas en las fichas de control de consumo de los alimentos.

### 3.7.5.2 Tratamientos

Son los siguientes:

- **Tratamiento Aprotéico:** fueron conformadas por cuatro ratas y recibieron una dieta aprotéica que fue utilizada para la prueba biológica: utilización neta de proteínas (NPU).
- **Tratamiento Control:** se tuvo en cuenta ocho ratas, cuatro ratas fueron alimentadas por diez días que permitió determinar la prueba biológica de Utilización Neta de Proteína (NPU).

Las otras cuatro ratas fueron alimentadas por 28 días que nos permitió calcular la prueba biológica de Relación de Eficiencia Proteica (PER), en ambos grupos la proteína fue aportada exclusivamente por la caseína.

- **Tratamiento Experimental:** conformados por ocho ratas, cuatro ratas fueron alimentadas por 28 días para la evaluación del PER y las otras cuatro ratas alimentadas por 10 días para la evaluación del NPU, en ambos casos la proteína será aportado exclusivamente por el producto (fideos precocidos de cañihua).

### 3.7.5.3 Manipulación de las ratas

Las ratas fueron cogidas directamente en la mano colocando la palma de la mano sobre su lomo con los dedos índice y pulgar, en esta forma evitamos que la rata nos muerda, su cuerpo de la rata no fue presionada, ya que se le puede causar problemas respiratorios, en lo posible no se cogió de la cola. El control del peso y consumo fue registrado en la ficha correspondiente. (Ver anexo N° 2 y 3).

### 3.7.5.4 Dietas

Las dietas para el presente estudio fueron calculados en base a los porcentajes propuestos por la FAO - OMS 1995 citado por (Barreto, 2005).

**CUADRO 15: DIETAS PROPUESTOS PARA ALIMENTAR A LAS RATAS**

Nutrientes	%
Proteína	10
Grasa	10
Carbohidratos	72
Fibra	03
Minerales	02
vitaminas	03

Fuente: Barreto, 2005

### 3.7.5.5 Composición de las dietas

Para la formulación de las distintas dietas se tuvo en cuenta la composición química de los fideos precocido a base de harina de cañihua. Para el presente estudio las cantidades consideras para una dieta de 1000 gr. Y de las diversas dietas fueron las siguientes:

**CUADRO 16: DIETA APROTEICO PARA ALIMENTAR A LAS RATAS**

contenido	g	%
Proteína ( caseína)	00,00	0
Aceite comestible	100,00	10
Almidón	820,00	82
Fibra	30,00	03
Mezcla de minerales	20,00	02
Multivitamínicos	30,00	03
total	1000,00	100

Fuente: elaboracion propia

**CUADRO 17: DIETA CONTROL PARA ALIMENTAR A LAS RATAS**

contenido	g	%
Proteína ( caseína)	100,00	10
Aceite comestible	100,00	10
Almidón	720,00	72
Fibra	30,00	03
Mezcla de minerales	20,00	02
Multivitamínicos	30,00	03
total	1000,00	100

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 18: DIETA EXPERIMENTAL (FIDEOS DE CAÑIHUA) PARA ALIMENTAR A LAS RATAS**

contenido	g	%
Proteína	160,41	10
Aceite comestible	160,41	10
Almidón	1152,29	72
Fibra	48,01	03
Minerales	32,00	02
Multivitamínicos	47,29	03
total	1600,41	100

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.5.6 Método de Relación de Eficiencia Proteica (PER)

#### 3.7.5.6.1 Procedimiento

En este método, se tiene en cuenta de las pruebas biológicas, relacionado a las consideraciones generales como: ambiente de experimentación, unidades experimentales, manipuleo de ratas, composición, y elaboración de dietas, además se tiene que controlar el peso y su alimentación por 28 días, los primeros 15 días se proporcionaron 15 g del alimento en estudio, posteriormente se dio hasta 25 g, se utilizaron ratas machos de 25 días de nacido, el PER se determinó mediante la siguiente fórmula; el PER obtenido se comparó con el PER de la caseína.

El PER se calculó por la siguiente fórmula:

$$PER = \frac{\text{ganancia de peso}}{\text{proteína consumida}}$$

### 3.7.5.7 Método de Utilización de proteína neta (NPU)

#### 3.7.5.7.1 Procedimiento

Los aspectos enunciados e las pruebas biológicas se tienen en cuenta para este método las consideraciones generales como ambiente de experimentación, unidades experimentales, manipuleo de ratas, composición y elaboración de dietas, además:

- Después de 10 días de alimentación, se retiró al día siguiente el alimento, heces y agua, tres horas antes del sacrificio, para que en el momento en que fueron sacrificados y abrir la cavidad torácico y no se encuentren residuos.
- Se colocaron a cada animal en un cajón de cartón pequeño y además un algodón empapado con éter etílico por un tiempo de 15 minutos. Una

vez que estuvieran adormecidos se procedió con una tijera a cortar la cabeza, luego eliminar las vísceras, se limpio con algodón. Los animales en tal forma fueron colocados sobre el papel kraft.

- Después fueron llevados ala estufa a 105°C por 48 horas con el fin de eliminar agua.
- Transcurrido el tiempo se procedió a eliminar el pelaje y se molió la carcasa hasta la obtención de harina, que se colocaron en bolsas de papel kraft, de esta forma se determinó el nitrógeno por el método de kjeldahl.
- El NPU se determinó la siguiente formula

$$NPU = \frac{NCGE - NCGB}{\text{nitrogeno ingerido}} \times 100$$

Donde:

NCGE: Nitrógeno de carcasa del grupo en estudio

NCGB: Nitrógeno de carcasa del grupo blanco

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. RESULTADOS DE ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS

#### 4.1.1. Análisis físico de la cañihua

##### 4.1.1.1. Rendimiento de la harina de cañihua

En el Cuadro 19 se muestra los resultados del rendimiento y densidad aparente de la harina de cañihua utilizado para la elaboración de fideos precocidos, los rendimientos obtenidos fueron de 94,33%, este valor es superior al valor promedio 65,0% reportado por (Repo - Carrasco, 1998). Que utilizó molinos convencionales. Esta diferencia se debe a la utilización del tipo molino Martillo, en donde existe una mejor molturación y molienda de los granos de cañihua, por tanto hay un mejor rendimiento.

##### 4.1.1.2 Densidad aparente

En cuanto a la densidad aparente de la harina de cañihua en la Cuadro 19 se observa que el resultado de  $0.526 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$ .

**CUADRO 19: RENDIMIENTO Y DENSIDAD APARENTE DE LA CAÑIHUA**

CARACTERÍSTICAS	H. CAÑIHUA
Rendimiento	94,33 %
Densidad aparente	$0,526 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$

Fuente elaboración propia

#### 4.1.1.3 Análisis granulométrico

Los resultados de análisis granulométricos de la harina de cañihua variedad Ramis se muestra en Cuadro 20.

**CUADRO 20: RESULTADO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA HARINA DE CAÑIHUA VARIEDAD RAMIS**

Muestra	Malla	Gramos	%
Harina de cañihua	530 micras $\mu\text{m}$	5,67	5,67
	315 micras $\mu\text{m}$	15,24	15,24
	atravesado	79,09	79,09
	total	100,00	100,00

Fuente: elaboración propia

El Cuadro 20 indica que el mayor porcentaje de la harina queda retenida en la malla de diámetro 315  $\mu\text{m}$ , con un 15,24% y el 79,09% de la muestra logra atravesar esta malla. El 5,17% de la harina es retenida en la malla de diámetro 530  $\mu\text{m}$ .

Tomando en consideración los requerimientos establecidos por el Codex Stan 178-1991 para sémolas y harinas de trigo duro, establece que el 79% de la harina deberá pasar por la malla de 315  $\mu\text{m}$ , vemos que la harina obtenida presenta una granulometría adecuada. El porcentaje de muestra retenido en la malla de 530  $\mu\text{m}$  fue 5,17%, esta principalmente corresponde a las partes superficiales del grano de cañihua que no fueron adecuadamente molturados por el molino por lo tanto no fue utilizado para elaborar fideos, solo fue utilizado el 94,33% para elaborar fideos por tener una adecuada granulometría para la fabricación de pastas alimenticias.

#### 4.1.1 Análisis químicos de las harinas

##### 4.1.2.1 Harina de cañihua

Como se observa en el Cuadro 21, el contenido de la humedad para la harina de cañihua variedad Ramis fue de 6,64 % este valor se encuentra dentro de los parámetros de calidad especificados en la norma para harinas sucedáneas del trigo NTP 205.040 – 1976, que da un valor máximo de 15 % para la humedad. En donde también muestra el contenido de la proteína de la harina de cañihua, donde se observa que el valor encontrado fue de 16,20% en base seca, este valor esta por debajo en comparación con los reportado por Sota (2003), que muestra el valor de 17,72% de proteínas, en base seca. Existe una mínima diferencia que puede darse por diferentes factores como: tipo de molienda, grado de madurez y variación genética, (Mújica, 2002).

En cuanto al contenido de ceniza la harina de cañihua se obtuvo 5,63 % este valor es superior con lo reportado por Sota (2003), donde presenta un valor de 2,77%.

**CUADRO 21: RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS HARINAS DE CAÑIHUA Y TRIGO**

COMPONENTE	HARINA DE TRIGO	HARINA DE CAÑIHUA
<b>Humedad</b>	8,280 %	6,640 %
<b>Proteína (*)</b>	11,180 %	16,200 %
<b>Grasa (*)</b>	8,050 %	11,700 %
<b>Ceniza (*)</b>	2,860 %	5,630 %
<b>Fibra (*)</b>	2,650 %	8,080 %
<b>Carbohidratos (*)</b>	75,260 %	58,390 %
<b>TOTAL</b>	100,000 %	100,000 %

Fuente: elaboración propia (\*) base seca

El contenido de la grasa fue de 11,70% en base seca respectivamente, este valor es ligeramente mayor con lo reportado por Gutiérrez, (2003), que da un valor de 9,54%.

En cuanto al contenido de fibra la harina de cañihua obtuvo un valor de 8,08% en base seca, este valor es ligeramente inferior con lo reportado por Gutiérrez, (2003), que obtuvo un valor de 9,20 % en el contenido de ceniza.

#### **4.1.2.2 Harina de trigo**

El Cuadro 20 muestra que la humedad fue de 8,28 %, la cual esta dentro del rango que establece la norma Codex Stan para la harina de trigo 178-1991, que da un valor máximo de 15,5 % de humedad.

También muestra que el valor obtenido de la proteína fue de 11,18% en base seca, este valor es ligeramente superior a lo reportado por Collazos, (1996), que da un valor de 9,72 % de proteína.

En cuanto a las cenizas el resultado obtenido fue 2,86%, este valor es superior con lo reportado por Collazos, (1996), que reporta un valor de 1,92 % en base seca.

La fibra de la harina de trigo reportó el valor de 2,65%, este valor es ligeramente menor a lo reportado por Collazos, (1996), que reporta un valor de 3,39 % en base seca.

### **4.2. ANALISIS AL PRODUCTO FINAL**

#### **4.2.1 Evaluación sensorial de los fideos precocidos con harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo**

##### **4.2.1.1 Efectos de los porcentajes de sustitución sobre los atributos sensoriales**

###### **4.2.1.1.1 Efecto sobre el aspecto de los fideos precocidos**

Se observa en el Cuadro 22 y el Anexo 4 donde presenta los resultados del ANVA, donde indica que al menos una muestra es diferente sobre el atributo

aspecto, pero en la opinión de los jueces no existe diferencia significativa a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  donde indica que no existe diferencia significativa entre las muestras **I y II**, siendo el mismo comportamiento las muestras **II y III**. Las muestras, **(I y IV)**, **(I y III)**, **(II y IV)** y **(III y IV)** son significativos. Por lo tanto se concluye que se puede adicionar hasta un 20% de harina de cañihua a los fideos precocidos en donde da un calificativo de “me gusta” para el atributo del aspecto.

**CUADRO 22: PRUEBA DE DUNCAN PARA EFECTO DE SUSTITUCIÓN SOBRE EL ASPECTO DE FIDEOS PRECOCIDOS**

TRATAMIENTOS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
<b>I</b>	-	<b>IV</b>	1,20	>	0,36	*
<b>I</b>	-	<b>III</b>	0,60	>	0,35	*
<b>I</b>	-	<b>II</b>	0,26	<	0,34	no
<b>II</b>	-	<b>IV</b>	0,93	>	0,36	*
<b>II</b>	-	<b>III</b>	0,33	<	0,35	no
<b>III</b>	-	<b>IV</b>	0,60	>	0,36	*

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.1.2 Efecto sobre la textura de los fideos precocidos

Se observa en el Cuadro 23 y en el Anexo 4 donde presenta los resultados lo cual indica, que existe al menos una muestra diferente en el sobre el atributo textura, pero en la opinión de los jueces no existe diferencia significativa a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Donde indica que no existe diferencia significativa entre las muestras **II y III**. Las muestras **(I y IV)**, **(I y III)**, **(I y II)**, **(II y IV)** y **(III y IV)** son diferentes. Por lo tanto se concluye que se puede sustituir hasta con 20% de harina de cañihua por la harina de trigo en los fideos precocidos siendo el calificativo “me gusta”, en el atributo calificado textura, siendo el mejor, el tratamiento **I** con el calificativo “me gusta mucho”.

**CUADRO 23: PRUEBA DE DUNCAN PARA EFECTO DE SUSTITUCIÓN SOBRE LA TEXTURA DE FIDEOS PRECOCIDOS**

TRATAMIENTOS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
I	-	IV	1,53	>	0,41	*
I	-	III	0,80	>	0,39	*
I	-	II	0,47	>	0,37	*
II	-	IV	1,07	>	0,41	*
II	-	III	0,33	<	0,39	no
III	-	IV	0,73	>	0,41	*

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.1.3 Efecto sobre el sabor de los fideos precocidos

Se observa en el Cuadro 24 y en el Anexo 4 donde presenta los resultados donde indica el ANVA que al menos un tratamiento es diferente en el atributo del sabor, pero mas no en la opinión entre los jueces a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Las comparaciones con la prueba Duncan nos indica que no existe diferencia significativa entre las muestras **II y III**. Las muestras **(I y IV)**, **(I y III)**, **(I y II)**, **(II y IV)** y **(III y IV)**, son diferentes. Por lo tanto se puede sustituir hasta con 20% de harina de cañihua por la harina de trigo en la elaboración fideos precocidos, que pertenece al tratamiento **III**, con el calificativo “me gusta” , siendo el tratamiento **I** el mejor con un calificativo “gusta mucho” en el atributo calificado del sabor.

**CUADRO 24: PRUEBA DE DUNCAN PARA EFECTO DE SUSTITUCIÓN SOBRE EL SABOR DE FIDEOS PRECOCIDOS**

TRATAMIENTOS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
I	-	IV	1,87	>	0,46	*
I	-	III	0,73	>	0,44	*
I	-	II	0,47	>	0,42	*
II	-	IV	1,40	>	0,46	*
II	-	III	0,27	<	0,44	no
III	-	IV	1,13	>	0,46	*

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.1.4 Efecto sobre el aroma de los fideos precocidos

Se observa en el Cuadro 25 y en el anexo 4, donde presenta los resultados en el ANVA donde detalla, que existe al menos una muestra diferente en el sobre el atributo aroma, mientras que la calificación de los jueces no es significativa a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . La prueba de Duncan nos muestra que no existe diferencia significativa entre las muestras **II y III**. Las muestras **(I y IV)**, **(I y III)**, **(I y II)**, **(II y IV)** y **(III y IV)** son diferentes. Por lo tanto se puede sustituir hasta con 20% de harina de cañihua por la harina de trigo en la elaboración de fideos precocidos teniendo un calificativo “me gusta” en el atributo aroma,

**CUADRO 25: PRUEBA DE DUNCAN PARA EFECTO DE SUSTITUCIÓN SOBRE EL AROMA DE FIDEOS PRECOCIDOS**

TRATAMIENTOS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
I	-	IV	1,73	>	0,4712	*
I	-	III	0,67	>	0,4566	*
I	-	II	0,47	>	0,4341	*
II	-	IV	1,27	>	0,4712	*
II	-	III	0,20	<	0,4566	no
III	-	IV	1,07	>	0,4712	*

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.1.5 Efecto sobre el color de los fideos precocidos

Se observa en el cuadro 26 y en el anexo 4 donde presenta los resultados en del ANVA donde detalla, que existe al menos una muestra diferente en el sobre el atributo color. Pero mas no en la opinión entre jueces a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . La prueba de Duncan nos muestra que no existe diferencia significativa entre las muestras **II y III**. Las muestras **(I y IV)**, **(I y III)**, **(I y II)**, **(II y IV)** y **(III y IV)** son diferentes. Por lo tanto el tratamiento **I** fue el mejor con un calificativo “me gusta”, mientras en el tratamiento **II y III** tiene un calificativo “no gusta ni desagrada” en el atributo calificado color, por tanto es posible sustituir hasta 20% de harina de kañihua.

**CUADRO 26: PRUEBA DE DUNCAN PARA EFECTO DE SUSTITUCIÓN SOBRE EL COLOR DE FIDEOS PRECOCIDOS**

TRATAMIENTOS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
I	-	IV	1,73	>	0,46	*
I	-	III	0,87	>	0,45	*
I	-	II	0,80	>	0,43	*
II	-	IV	0,93	>	0,46	*
II	-	III	0,07	<	0,45	no
III	-	IV	0,87	>	0,46	*

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2 Análisis químico proximal del producto terminado

En el Cuadro 27, se muestran los resultados de los fideos precocidos con sustitución de harina de cañihua, seleccionado mediante la evaluación sensorial (el producto seleccionado es el tratamiento III que tiene una sustitución del 20% de harina de cañihua) en relación al contenido de proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos.

**CUADRO 27: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS PROXIMALES DEL FIDEO PRECOCIDO CON HARINA DE CAÑIHUA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO Y FIDEOS CONVENCIONALES**

COMPONENTE	FIDEO CONVENCIONAL	FIDEO CON CAÑIHUA
<b>Humedad</b>	13,050 %	13,450 %
<b>Proteína (*)</b>	13,650 %	16,410 %
<b>Grasa(*)</b>	5,370 %	9,300 %
<b>Ceniza (*)</b>	1,350 %	2,370 %
<b>Fibra (*)</b>	2,140 %	4,600 %
<b>Carbohidratos (*)</b>	77,490 %	67,320 %
<b>TOTAL</b>	100,000%	100,000 %

Fuente: elaboración propia, (\*) base seca

En base seca el contenido de proteína del fideo con cañihua es 16,41%, presenta un valor mayor en comparación con el fideos convencional 13,65%, esta diferencia es debido a sustitución de la harina de trigo por la harina de cañihua, esto influye directamente en la pasta final, en comparación con el valor dado por, Collazos (1996), el cual da un valor de proteína de 10,69% en base seca, se puede concluir que la pasta enriquecida presenta mayor cantidad de proteína por lo tanto es mejor nutritivamente que el fideos convencional.

El contenido de cenizas en base seca del fideos enriquecidos fue de 2,37%, es mayor que del fideos convencional que tiene 1,35% de cenizas, esta diferencia se debe a que la harina de cañihua presenta un mayor valor de cenizas 6,03% que la harina de trigo 3,12%, este contenido de cenizas alto implica una pasta mas oscura pero que no influye negativamente desde el punto de vista nutricional. En comparación con el valor dado por Collazos (1996); el cual da un valor de 0,68% en base seca, donde existe una diferencia con el fideos enriquecido 2,37% en base seca, esto se debe a que el contenido de cenizas esta influenciado directamente por la materia prima usada.

El contenido de fibra en base seca de los fideos enriquecido es 4,6% y es mayor que los fideos convencionales que solo tiene 2,14%, esta diferencia esta en función a la materia prima utilizada en la elaboración de fideos precocidos. En comparación con el valor dado por collazos (1996), el cual da un valor de 0.5% de fibra, sin embargo podemos aclarar que este valor alto es recomendable por lo beneficios que ofrece para la salud.

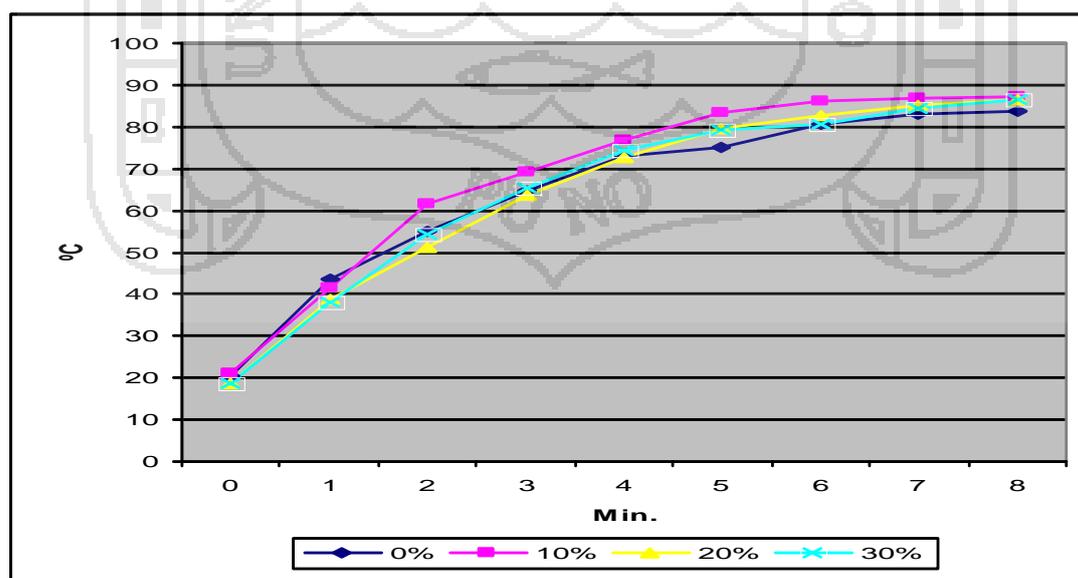
#### **4.2.3 Análisis de temperatura de gelatinización de las mezclas de los fideos precocidos**

En la Figura 5 se presentan el comportamiento de la temperatura de gelatinización, donde podemos observar que la temperatura incrementa a medida que pasa el tiempo, de las cuatro mezclas que se utilizaron para la elaboración de fideos precocidos de harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo, cuyos resultados concuerdan con (Bello, 2000), quien también observa que la temperatura de gelatinización, es un proceso de

formación de un gel, denominado engrudo, que comienza de modo gradual y se hace efectivo cuando alcanza un cierto grado de temperatura, donde indica que la temperatura de gelatinización del almidón del trigo varía entre 53 – 64°C, también (Ceballos y De La Cruz, 2002), indica que la gelatinización ocurre en un rango estrecho de temperaturas, lo que consiste en un hinchamiento de las moléculas de almidón debido a que el agua penetra en su estructura molecular.

El análisis de varianza anexo 5 para la temperatura de gelatinización según el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de cañihua y el Cuadro 28 podemos observar que existen diferencias estadísticas significativas entre las muestras en estudio, determinándose que la sustitución al 10% presentó una temperatura de gelatinización similar a la temperatura de gelatinización de la harina de trigo, en tanto entre las muestras al 20 y 30% no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí al 5% de probabilidades como se puede observar en el análisis de comparaciones múltiples de DUNCAN, y comparando con la temperatura de gelatinización de la harina de trigo estas sí presentaron diferencias estadísticas significativas. Determinándose  $68,1667 \pm 2,83078$  para I;  $68,88 \pm 1,27$  para II;  $72,7333 \pm 1,1547$  para III y  $74,4 \pm 1,1$  para IV.

**FIGURA 5: COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DE GELATINIZACION DE LAS DIFERENTES MEZCLAS**



Fuente: Elaboración propia

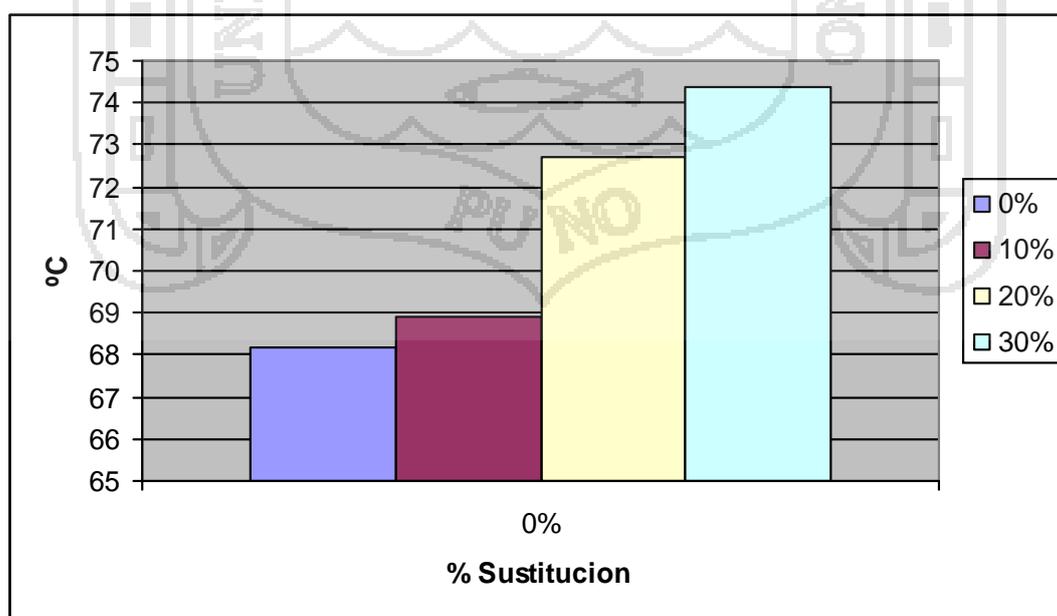
La Figura 6, indica que a medida que se incrementa la harina de cañihua en la mezcla, también se incrementa la temperatura de gelatinización, en donde M1 tiene el mismo comportamiento por no contener harina de cañihua en comparación con la harina de trigo. Reportado por (Bello, 2000), donde menciona que la temperatura de gelatinización del almidón del trigo varía entre 53 – 64°C, este valor es menor en comparación con la M1, lo cual demuestra que no existe mucha diferencia, esto debido a la variedad de trigo y la concentración del almidón.

**CUADRO 28: PRUEBA DE DUNCAN PARA TEMPERATURA DE GELATINIZACION DE LAS MEZCLAS**

MEZCLAS			COMPARACION			DUNCAN (0,05)
I	-	IV	6,233	>	3,031	*
I	-	III	5,517	>	2,964	*
I	-	II	1,667	<	2,844	no
II	-	IV	4,567	>	3,031	*
II	-	III	3,850	>	2,965	*
III	-	IV	0,717	<	3,031	no

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 6: TEMPERATURA DE GELATINIZACION DE LAS DIFERENTES MEZCLAS**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Análisis microbiológico del producto seleccionado por el consumidor

El Cuadro 29 y Anexo 7, podemos observar los diferentes los microorganismos a evaluar y los resultados para cada microorganismo, el producto seleccionado fue evaluado después de 30 días de almacenamiento en ambiente.

La determinación de mohos se obtuvo un valor de  $10^2$  ufc/g, valor que esta por debajo del rango limite permitido por la norma que establece valor máximo de  $10^4$  ufc/g de muestra.

De la misma menara la determinación de staphiloccocus aureus, se obtuvo el valor de  $10^2$  ufc/g, valor que esta por debajo del rango limite permitido.

Finalmente para las salmonellas sp. No se encontraron presencia de estos microorganismos.

**CUADRO 29: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS FIDEOS PRECOCIDOS ACEPTADO POR EL CONSUMIDOR**

Microorganismos	Resultados (ufc/g)	Limite por g M
Mohos	$10^2$	$10^4$
<i>Staphylococoos aureus</i>	$10^2$	$10^3$
Sallmonela sp	ausencia	ausencia

(\*) NTS N° 071 – MINS/DIGESA - 2008

Con los datos obtenidos en el análisis microbiológico, podemos afirmar que el producto fideos precocidos, con harina de cañihua como sustito parcial de la harina de trigo, es inocuo y por lo tanto es apto para el consumo humano.

#### 4.2.5 Evaluación biológica

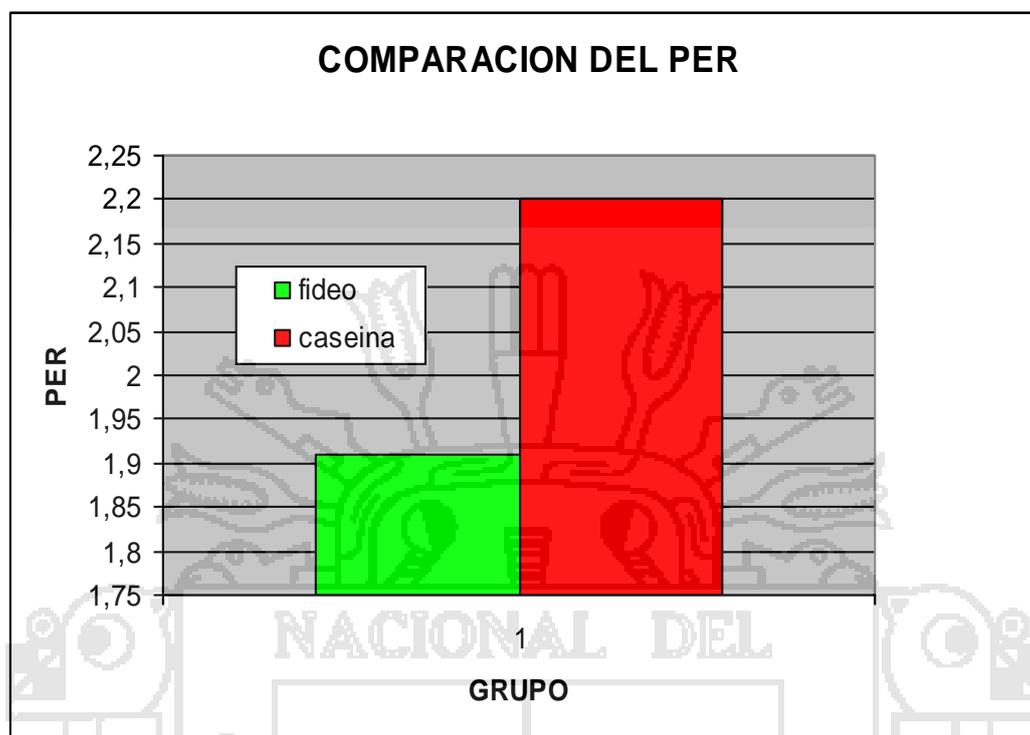
##### 4.2.5.1 Resultados de la Relación Eficiencia Proteica (PER), del producto aceptado por el consumidor

La Figura 7 y el Cuadro 30, se presenta los resultados de la relación de eficiencia proteica (PER) del grupo control y experimental en unidades experimentales, donde se aprecia que en las cuatro ratas del grupo control presentaron mayor PER en comparación del grupo experimental donde se suministro fideos precocidos con harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo, determinándose un promedio de 2,2 y 1,91 para el grupo control y experimental respectivamente.

Al realizar la prueba de t Student, Anexo 6 se determinó que existe diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental con un nivel de significancia menor al 0,5%. Donde la tabla de valores críticos para t de student nos reporta para:  $P = 0,05$  y g.l. = 6 el valor de 1,94. Este valor de la tabla es menor que el valor calculado de 5,34

Comparado con el estudio realizado por (Quispe, 2003) en la elaboración de fideos con harina de quinua se obtuvo el PER de 1,5. Este resultado es menor en comparación con la investigación presente que fue el PER de 1,91. Podemos indicar que el producto elaborado presenta buena calidad. Pero indica (Muñoz, 1991), que este método tiene la limitación ya que parte del supuesto de que la ganancia de peso es debida exclusivamente al aporte proteico del alimento, lo cual no necesariamente es cierto, puesto que determinadas dietas pueden provocar retención de agua o grasa.

**FIGURA 7: COMPARACIÓN DE LA RELACION EFICIENCIA PROTEICA (PER)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 30: RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA (PER) DEL FIDEOS PRECOCIDOS ACEPTADO POR EL CONSUMIDOR Y DEL GRUPO CONTROL**

Ratas	Grupos	Grupo experimental	Grupo control
		Fideos con cañihua	caseína
R1		1,90	2,1
R2		1,88	2,3
R3		1,94	2,2
R4		1,92	2,1
<b>Total</b>		7,64	8,7
<b>promedio</b>		1,91	2,2

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5.2 Resultados de la utilización neta de proteína (NPU)

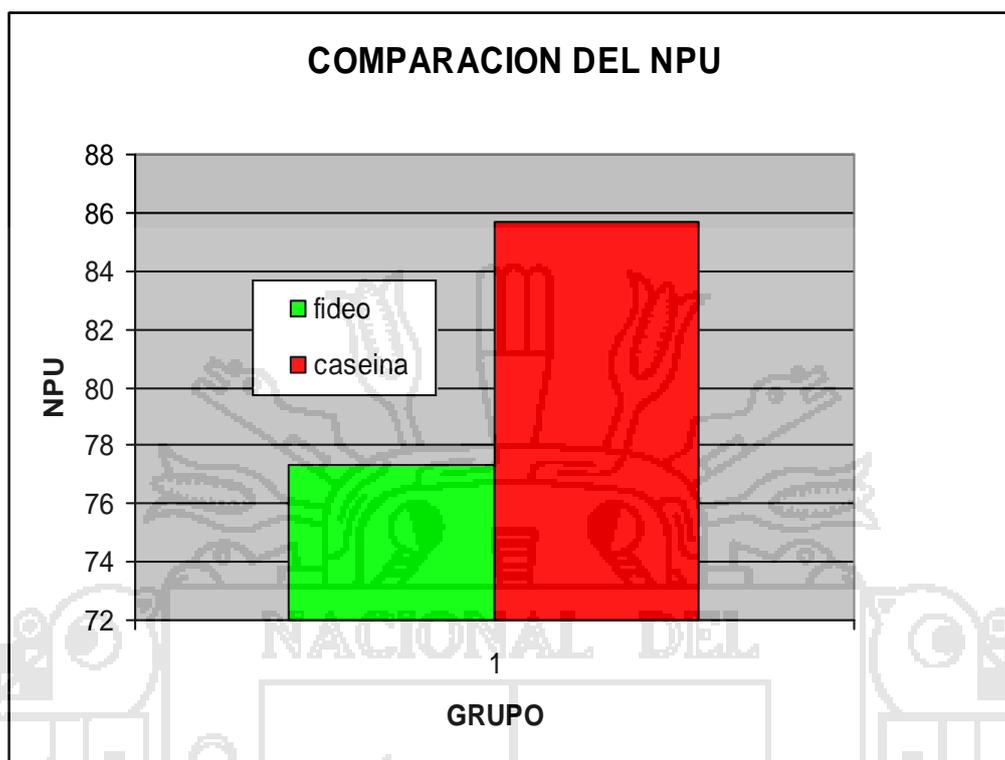
La Figura 8 y el Cuadro 31, se presenta los resultados de la utilización neta de proteínas (NPU), del grupo control y experimental, donde se aprecia que las cuatro ratas del grupo control son mayores el NPU en comparación del grupo experimental, presentando un promedio de 85,72 y 77,30% para el grupo control y grupo experimental. Lo cual demuestra que el producto alimenticio es de buena calidad, siendo superior el resultado con contenido de caseína. Que es fue 85,72.

Al realizar la prueba de t Student, Anexo 6 se concluyó que existe una diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental con un nivel de significancia menor al 0,5%. Donde la tabla de valores críticos para t de Student nos reporta para:  $P = 0,05$  y g.l. = 6 el valor de 1,94. Este valor de la tabla es menor que el valor calculado de 8,45. Por esto mismo se concluye que el NPU es significativamente diferente entre los grupos de control y experimental con un nivel de significancia menor al 0,5%.

(Cahui y Castro, 1993), menciona que el valor del NPU del trigo es de 68,5, siendo superior el producto analizado que contiene un 20 % de harina de cañihua donde se obtuvo 77,30, esto debido a la buena concentración aminoácidos (lisina) y la calidad de proteínas que contiene la cañihua.

El valor del NPU, permite que la calidad de proteínas este condicionando un adecuado balance, que al ser utilizado por el organismo, la proteína sea utilizada con mayor eficiencia, por lo que se manifiesta mayor incorporación de nitrógeno en el organismo favoreciendo mayor crecimiento beneficiando a los consumidores.

**FIGURA 8: COMPARACIÓN DE LA UTILIZACION NETA DE PROTEINAS (NPU)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 31: UTILIZACIÓN NETA DE PROTEÍNA (NPU) DEL FIDEO PRECOCIDOS ACEPTADO POR EL CONSUMIDOR Y DEL GRUPO CONTROL**

Ratas	Grupos	Grupo experimental	Grupo control
		Fideos con cañihua	caseína
R1		77.80	83.50
R2		78.90	86.20
R3		76.50	86.40
R4		76.00	86.80
<b>Total</b>		309.00	342.90
<b>promedio</b>		77.30	85.72

Fuente: Elaboración propia

## V CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye:

1. Como resultado de los análisis estadísticos de la evaluación sensorial se concluye que se puede sustituir hasta 20% con la harina de cañihua por la harina de trigo, siendo la calificación “me gusta”. el fideos precocido con harina de cañihua con sustitución del 20% de la harina de trigo, presenta mejores características nutricionales, comparado con el fideos convencional.
2. La temperatura de gelatinización se incrementa en relación con la sustitución de la harina de cañihua por la harina de trigo, es decir que mayor sustitución mayor es la temperatura de gelatinización.
3. El producto (fideos) es considerado apto para el consumo humano, por ser inocuo y estar dentro de los parámetros establecidos por la Norma técnica Sanitaria Peruana.
4. El resultado del valor biológico demuestra que el producto sustituido con harina de cañihua (fideos) es de buena calidad, sustentado por el PER que fue 1,91 y el NPU que es 77,30

## VI RECOMENDACIONES

Del presente trabajo se concluye:

- Establecer parámetros para la elaboración de fideos precocidos enriquecidos con harina de cañihua a nivel de planta piloto.
- Realizar investigaciones en diferentes tipos y variedades de fideos (macarrones, canutos, etc.).
- Realizar el estudio de la vida útil de los fideos precocido sustituido con harina de cañihua por la harina de trigo.
- Realizar estudio para la instalación de una planta procesadora de fideos a partir de cereales andinos (cañihua y quinua).
- Investigar las Propiedades Reológicas de los fideos precocidos con harina de cañihua
- Investigar el uso de la harina de cañihua, en la elaboración de diferentes productos que incrementen su valor y que aprovechen sus características nutricionales.

## VII BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, M. Y MOSS, M. 1995. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
2. ALCÁZAR, J. 2002. Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. Cusco- Perú.
3. ANTOGNELLI, C. 1980. The manufacture and applicatioons of pasta as a food ingredient: A review. J Food Technol. 15: 121 – 145.
4. ANZALDUA, M. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. editorial Acribia. Zaragoza – España.
5. AOAC. 1984. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. USA.
6. BADUI, S. 1995. Química de los Alimentos. Editorial Alambra mexicana, S. A. De C.V. México.
7. BARRETO, F., 2005. Evaluación de la calidad proteica de mezcla de harina de quinua con otros cereales en unidades experimentales, tesis doctorado, UNSA. AREQUIPA – PERU.
8. BASURCO, L. y MORA E., 2005, Optimización de parámetros de elaboración de fideos tipo bologna enriquecida con spirulina (*spirulina platenses*) y saborizada con albahaca (*acimun bacilicum*), diseño y construcción de una cabina de secado, UCSM, Arequipa – Perú.
9. BELITZ, H. y GROSCH, W. 1988. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
10. BELLO, J., 2000. ciencia bromatológica, principios generales de los alimentos. ediciones Díaz de Santos, s.a. Madrid España.
11. CAHUI, L. Y CASTRO, R. 1993. evaluación química y biológica de la maska mejorada, tradicional de harina de trigo y harina de habas. Tesis para optar el título profesional de licenciado en nutrición humana. U.N.S.A, Arequipa – Perú.
12. CALAMA, A., 2000. Elaboración de galletas a base de una mezcla de harina de cañihua, cebada, quinua, tarwi y trigo, UNA, Puno - Peru
13. CALLEJO, M. 2002. Industria de cereales y derivados, España, editorial amuediciones, 1ra Edicion.
14. CEVALLOS, H. y DE LA CRUZ, G. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. En: ospina, bernardo y Cevallos, hernan. La yuca en el tercer milenio, pag 16 – 31.

15. CHAVEZ, J. 1990. Planta de Procesamiento de Maíz, Trigo, Arroz por el Método de Expansión por Explosión. Proyecto de Prefactibilidad. Tesis UNSAC.
16. CHEFTEL, J. C. 1980. Introducción a la bioquímica y tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza España.
17. COLLAZOS C., et al 1993. La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú, fondo editorial banco central de reserva, 6ta edición, Lima – Perú.
18. ESPINOZA, E. 2003. Evaluación sensorial de los alimentos. UNJBG. Tacna – Perú.
19. FAO. 2009. Base de datos en línea disponible de la norma general del Codex Alimentarius “Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales”. WWW. codexalimentarius.net. . Diciembre 20, 2009.
20. FRÍAS, C. 1997. Mujeres: Tecnologías Invisibles, Experiencias desde América Latina. ITDG – Perú.
21. GUTIERREZ, S. G. 2003. Evaluación Sensorial, Composición Nutricional y Costos de Preparaciones con variedades de cañihua Puno – Jun-Oct. 2002. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana. Universidad Nacional Del Altiplano Puno - Perú.
22. HARPER, J. M. 1981. Extrusión of Foods. Vol I y Vol II. Ed. CRS Press-Boca Raton
23. IBÁÑEZ, V. 2009. análisis y diseños de experimentos, Editorial universitaria, primera edición, Puno - Perú
24. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA ESTACIÓN EXPERIMENTAL Illpa INIA. 2004. Boletín Informativo. Proyecto Cultivos Andinos ILLPA – INIA – 406.
25. INDECOPI. 1986. Normas Técnicas. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Lima - Perú.
26. KILL, R. Y TUMBOLL, K. 2004. Tecnología de la elaboración de pasta y sémola. Acribia, España S.A.
27. MARCELO, D; GIUS, C. 1997. Legume seeds: protein content and nutritional value, Field Crops Res; 53, pp. 31 – 45.
28. MILLER, R. 2001. Tecnología de Extrusión de Alimentos. Consulting Engineer R.O., Box 413, Aurbum, N.Y.

29. MUJICA, A.; DUPEYRAT, R.; JACOBSEN, S.; MARCA, S.; CANAHUA, A.; VIDAL; AGUILAR, P.; ORTIZ, R. y CHURA, E. 2002. "LA CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) En la Nutrición humana del Perú" Editorial Universitaria. UNA Puno - Peru.
30. MUÑOZ, A. 1991. alimentación y nutrición. ediagraria. UNA-la Molina. Lima - Perú
31. NTS – MINSa – DIGESA. 2008. norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. El peruano - Lima Perú.
32. PASCUAL, G. 2005, Elaboración de fideos y pastas italianas, curso teórico práctico, centro de investigación y capacitación en tecnología alimentaria y agroindustrial, UNALM.
33. OTHON, S., 1996. química almacenamiento e industrialización de los cereales
34. PERIAGO, M. J.; ROS, G.; LOPEZ, G.; MARTINEZ, M. C. y RINCÓN, F. 1993. Componentes de la fibra Dietaria y sus efectos fisiológicos. *Revista Española en Ciencia y Tecnología de los alimentos*. 229-246.
35. PRIMO, Y. 1998. Química de los Alimentos. Editorial Síntesis. Madrid – España.
36. QUISPE, D.; 2003. Elaboración de fideos a partir de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
37. RAMOS, D., 2000. Galleta enriquecida, obtenida a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por la harina de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y pasta de hígado. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
38. RASTRELLI, L.; DE SIMONE, F.; SCHETTINO, O. and DINI, A. 1996 Constituents of *Chenopodium Pallidicaule* (cañihua) Seeds: Isolation and Characterization of New Triterpene Saponins. *Journal Agric. Food Chem* 44:3528-3533.
39. REPO, C. R. 1998. Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y de granos andinos, Lima - Perú Editorial Edi Agraria. Lima. Perú.
40. REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C. and JACOBSEN, S. E. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) and Kañihua (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International* 19 (1 y 2): 179-189

41. REPO, C. R. 1989. Cultivos Andinos. Centro de Estudios Rurales Andinos. Cusco - Perú.
42. ROJAS D. 1998. Investigación de fideos a partir de quinua como sustituto parcial de la sémola de trigo duro, UCSM, Arequipa – Perú.
43. ROUDOT, C. 2004. reología y análisis de la textura de alimentos, editorial Acribia, Zaragoza - España
44. RUAS, P. M.; BONIFACIO, A.; RUSA, CL.; FAIRBANKS, D. and ANDERSEN, W. 1999. Genetic relationship among 19 accessions of six species of *Chenopodium* L., by Random Amplified Polymorphic DNA fragments (RAPD). *Euphytica* 105: 25-32.
45. SALAS, W. A. 2003. Aplicación del Sistema HACCP en el Proceso de Elaboración de Alimentos de Reconstitución Instantánea a base de Cereales Extruídos. Tesis UNMSM. Lima – Perú.
46. SOTA, G. B. E. 2003. Determinación de la humedad adecuada en las proporciones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y Maíz (*Zea mays*). Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
47. SUCARI, M. 2003. Determinación de Humedad y Presión en el Proceso de Expansión por Explosión en dos Variedades de Quinua. Tesis UNA-Puno.
48. TAPIA, M 1990. Cultivos Andinos. Boletín Técnico Nro. 1. Facultad de Ciencias Agrarias. UNA-Puno.
49. TEJADA, Y. 2002. Investigación Tecnológica para la Obtención de un Concentrado Proteico Utilizando el embrión y las hojas de Quinua. Tesis UCSM-Arequipa.
50. TORRES, A; FRIAS, J; GRANITO, M; VIDAL – VALVERDE, C. 2006. Fermented pigeon pea ( *cajanus cajan* ) ingredients in pasta products. *J Agric Food chem*; 54: 6685 – 6691.
51. UREÑA M., D' ARRIGO M. 1999. evaluación sensorial de alimentos, editorial agraria, 1ra edición, Lima - Perú.
52. VARGAS, R. 1977. La quinua como sucedáneo y fortificante de la harina. Puno – Perú.
53. VELEZ, J. F. 2001. Propiedades de Difusión y Análogas. Actividad Acuosa. En métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Aditorial Acribia. Zaragoza. Ezpaña.

**ANEXO 1**

**CARTILLA DE EVALUACION SENSORIAL**

**Producto: PRECOCIDOS CON HARINA DE CAÑIHUA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE HARINA DE TRIGO**

**Nombres y apellidos:**.....

**Fecha:**.....**hora:**.....

Observe cada una de la muestras de los fideos precocidos de harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo, de izquierda derecha como se muestra en la presente cartilla, indique el nivel de agrado o desagrado para cada atributo de cada muestra, escribiendo el puntaje correspondiente de acuerdo a la siguiente escala en cada muestra.

**Escala hedónica:**

- Me gusta mucho : 5 puntos
- Me gusta : 4 puntos
- No gusta ni disgusta : 3 puntos
- Me disgusta : 2 puntos
- Me disgusta mucho : 1 punto

Atributos	Muestras			
	I	II	III	IV
Aspecto general				
Textura				
Aroma				
Sabor				
color				

Observaciones:.....

.....

.....

**ANEXO 2**

**FICHAS DE CONTROL DE CONSUMO DE LOS ALIMENTOS**

Nombre de la rata : .....

Experimento con : .....

Fecha de inicio : .....

Fecha de término : .....

Sexo : .....

Prueba biológica : .....

semanas dietas	1ra semana							2da semana							3ra semana							4ta semana						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Alimento																												
Consumo																												
Residuo																												

ANEXO 3

FICHA DE CONTROL DE PESO

Experimento con : .....

Fecha de inicio : .....

Fecha de término : .....

Sexo : .....

Prueba biológica : .....

Semanas	1ra semana							2da semana							3ra semana							4ta semana						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Ratas																												
Rata 1																												
Rata 2																												
Rata 3																												
Rata 4																												

**ANEXO 4**

**RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACION SENSORIAL**

Variable dependiente: **ASPECTO**

TRAT	JUECES															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	5	4,07
II	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3,80
III	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3,47
IV	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	4	2,87

ANVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
TRAMIENTOS	3	12,05	4,0167	19,39	2,82	**
JUECES	14	4,1	0,2929	1,414	2,16	n.s.
ERROR	42	8,7	0,2071			
TOTAL	59	24,85				

CV = 12,82%

Variable dependiente: **TEXTURA**

TRAT	JUECES															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4,33
II	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3,87
III	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3,53
IV	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	4	3	3	2,80

ANDEVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
TRAMIENTOS	3	18,733	6,2444	24,3591	2,82	**
JUECES	14	4,4333	0,3167	1,23529	2,16	n.s.
ERROR	42	10,767	0,2563			
TOTAL	59	33,933				

CV = 13,93%

Variable dependiente: **SABOR**

TRAT	JUECES															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	5	4	5	4	4	4	4	3	5	5	5	4	4	5	5	4,40
II	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3,93
III	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	3,67
IV	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2,53

ANVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
TRAMIENTOS	3	28,33	9,4444	29,02	2,82	**
JUECES	14	3,933	0,281	0,863	2,16	n.s.
ERROR	42	13,67	0,3254			
TOTAL	59	45,93				

CV = 15,7%

Variable dependiente: **AROMA**

TRAT	JUECES															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	4	5	4	4	3	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4,33
II	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	3,87
III	3	3	4	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	3,67
IV	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2,60

ANVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
TRAMIENTOS	3	24,18	8,06111	23,2426	2,82	**
JUECES	14	5,433	0,3881	1,11899	2,16	n.s.
ERROR	42	14,57	0,34683			
TOTAL	59	44,18				

CV = 16,28%

Variable dependiente: **COLOR**

TRAT	JUECES															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>I</b>	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4,20
<b>II</b>	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3,40
<b>III</b>	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	4	4	4	4	5	3,33
<b>IV</b>	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2,47

ANDEVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
<b>TRAMIENTOS</b>	3	22,583	7,528	22,318	2,82	**
<b>JUECES</b>	14	4,9	0,35	1,0376	2,16	n.s.
<b>ERROR</b>	42	14,167	0,337			
<b>TOTAL</b>	59	41,65				

CV = 17,34%

## ANEXO 5

**ANALISIS DE VARIANCA DE LA TEMPERATURA DE GELATINIZACION  
DE LAS MEZCLAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE FIDEOS  
PRECOCIDOS**

ANDEVA

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Sig.
MEZCLAS	3	81,192	27,064	8,89	4,07	*
ERROR	8	24,345	3,043			
TOTAL	11	105,537				

CV = 2,455

REPETICION	I	II	III	IV
1	64,9	69,2	71,4	74,4
2	69,9	67,5	73,4	75,5
3	69,7	70,0	73,4	73,3

ANEXO 6

CALCULO DEL “t Student”

PER		NPU	
FIDEO	CASEINA	FIDEO	CASEINA
1,90	2,1	77,8	83,5
1,88	2,3	78,9	86,2
1,94	2,2	76,5	86,4
1,92	2,1	76,0	86,8
$n_1 = 4$ $x = 7,64$ $X = 1,91$ $x^2 = 14,59$	$n_2 = 4$ $y = 8,70$ $Y = 2,17$ $y^2 = 18,95$	$n_1 = 4$ $x = 309,2$ $X = 77,3$ $x^2 = 23906,3$	$n_2 = 4$ $y = 342,9$ $Y = 85,72$ $y^2 = 29401,9$

REEMPLAZANDO A LA FORMULA:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\left( \frac{\sum X^2 + \sum Y^2 - (\sum X)^2 / n_1 - (\sum Y)^2 / n_2}{n_1 + n_2 - 2} \right) * \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2} \right)}}$$

Resultado del t para el PER

**t = 5,34**

Resultado del t para el NPU

**t = 8,45**

ANEXO 7

NTS N° 074 - MINSA/DIGESA-V.01  
 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Coliformes	4	3	5	3	10	10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (*)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i> (**)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
(*) Sólo para productos que contengan leche o cereales.						
(**) Sólo para productos que contengan leche, cacao y/o huevo.						
<b>IV.5 Caldos concentrados en pasta (que requieren cocción).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup>
Coliformes	4	3	5	3	10	10 <sup>2</sup>
<i>Clostridium perfringens</i>	7	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<b>V. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODIÁCEAS Y DERIVADOS (harinas y otros).</b>						
<b>V.1 Granos secos.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<b>V.2 Harinas y sémolas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
(*) Sólo para harinas de arroz y/o maíz.						
<b>V.3 Féculas y almidones.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<b>V.4. Pastas y masas frescas y/o precocidas sin relleno refrigeradas o congeladas (panes, precocidos, masas para wantan, para lasaña, para fideos chinos, pre pizzas, masas crudas, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
(*) Sólo para productos que contengan arroz y/o maíz.						
<b>V.5. Pastas y masas frescas y/o precocidas con relleno refrigeradas o congeladas (wantan, lasaña, ravioles, canelones, pizzas, minpao, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>



**ANEXO 8**

**FOTOS DE ELABORACIÓN DE FIDEOS PRECOCIDOS**



**Pesado de las materias primas e insumos**



**Producto final**



**Maquina tallarinera**



**Determinación de temperatura de gelatinización  
FICHA DE EVALUACION SENSORIAL PARA EL COLOR**

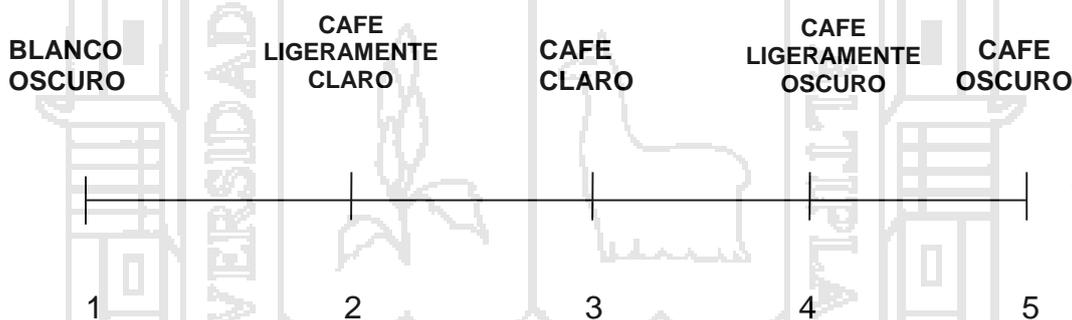
**Producto: PRECOCIDOS CON HARINA DE CAÑIHUA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE HARINA DE TRIGO.**

**Nombres y apellidos:**.....

**Fecha:**.....**hora:**.....

Observe cada una de la muestras de los fideos precocidos de harina de cañihua como sustituto parcial de la harina de trigo, de izquierda derecha como se muestra en la presente cartilla, indique el nivel el color que usted observa de cada muestra, escribiendo el puntaje correspondiente de acuerdo a la siguiente escala para determinar al color de cada muestra.

**Escala de color:**



Atributo	Muestras			
	I	II	III	IV
color				

Observaciones:.....  
.....  
.....