

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

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



**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SÉMOLA DE TRIGO (*Triticum durum*) POR
HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y EVALUACIÓN DE LA
CALIDAD DE COCCIÓN Y SENSORIAL DE LA PASTA ELABORADA”**

Tesis para obtener el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

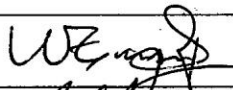

Bach. Wilber PAQUIYAURI GOMEZ

AYACUCHO – PERÚ

2013

ACTA DE CONFORMIDAD

Los que suscribimos, miembros de jurado Designado por el Acto Público de Exposición de Informe de Experiencia Profesional cuyo título es SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SÉMOLA DE TRIGO (*Triticum durum*) POR HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE COCCIÓN Y SENSORIAL DE LA PASTA ELABORADA. Presentado por el bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias Wilber PAQUIYAURI GÓMEZ, el cual fue expuesto el día 26 de marzo de 2014, en mérito a la RD N°016- 2014- FIQM-D, damos muestra una conformidad al informe de trabajo profesional mencionado y declaramos al recurrente apto para que pueda iniciar las gestiones administrativas conducentes al expedición y entrega de título profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

MIEMBROS DE JURADO	DNI	FIRMA
Ing° Wilfredo TRASMONTA PINDAY	07560082	
Ing° Héctor SUÁREZ ACOSTA	09172364	

Ayacucho, 31 de marzo de 2014

A mí querida madre Valentina, por su
abnegada labor.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a las autoridades de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, de manera especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias por su dedicación y esfuerzo que me brindaron durante mis estudios.

Un agradecimiento especial a mi asesor de tesis Ing. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO por su aporte importante en este trabajo, con sus orientaciones y dedicación constante en su desarrollo de la misma.

Mi agradecimiento muy especial a todas las amistades por sus consejos y aportes, para culminar con este anhelo de ser profesional.

A mis hermanos, familiares y a todos quienes contribuyeron mi formación profesional.

RESUMEN

El trabajo tiene por objetivo estudiar la sustitución parcial de sémola de trigo por harina de kiwicha y la evaluación en la calidad de cocción y sensorial de la pasta, para ello se diseñó la parte experimental, donde se menciona las metodologías para realizar el correspondiente trabajo de investigación.

La tecnología de elaboración de la pasta alimenticia, contribuirá a mejorar la calidad nutricional del producto adicionando a la sémola de trigo con harina de kiwicha; se realizó el análisis fisicoquímico tanto para la sémola de trigo como para la harina de kiwicha con la finalidad de realizar la comparación nutricional; siendo el contenido de proteínas, lípidos, humedad, cenizas y fibra cruda mayores que la de sémola de trigo excepto en contenido de carbohidratos. Teniendo en cuenta los componentes de las materias primas se llevó a cabo las formulaciones, en donde se estudian los parámetros que influyen en el proceso de elaboración de la pasta alimenticia, mediante el modelo estadístico de experimento factorial en diseño completo al azar de $4 \times 2 \times 2$ (porcentaje de kiwicha, tiempo de sobado y tiempo de secado) con 3 repeticiones a un nivel de confianza de 5% , los resultados indicaron que hubo diferencias significativas en los tratamientos lo cual se llevó a la prueba de Tukey para determinar que variable respuesta fue mejor siendo: tiempo de cocción 35 min, porcentaje de sólidos 85,6 % y la textura 126,5 N/mm²; para considerar el mejor tratamiento se llevó a cabo la evaluación sensorial en participación de jueces semientrenados en un número de 15, quienes analizaron los atributos de color, olor, sabor, textura y aspecto general; los resultados fueron evaluados mediante el diseño

bloque completo al zar con 5 % de significancia y la prueba de Tukey; siendo la formulación adecuada de 80 % de sémola de trigo y 20 % de harina de kiwicha.

Se desarrollo el balance de materia y se calculó el rendimiento del proceso productivo de 74,18 %. La composición proximal del producto final, muestra el contenido de proteínas, lípidos, humedad, cenizas, fibra cruda y carbohidratos fue 13,5 %, 12,5 %, 12,3 %, 3,35 % y 1,96 % respectivamente, estos componentes son mayores que de las pastas tradicionales del mercado (13,3 % , 2,7 %, 9,1 %, 0,7 %, y 0,5 % y 74 % respectivamente) excepto en los carbohidratos de 56,6 %; en la determinación de acidez fue 0,39 %, y en el análisis microbiológico reporta valores de aerobios mesófilos $2,34 \times 10^5$, mohos y levaduras $3,50 \times 10^2$ y coliformes totales $< 1,00 \times 10^1$, están dentro del rango de la Normas Técnica Peruana lo cual nos indica que el producto es aceptable para el consumidor.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 TRIGO (<i>Triticum durum</i>)	2
2.1.1 Generalidades	2
2.1.2 Sémola de trigo	3
2.2. KIWICHA (<i>Amaranthus caudatus</i>)	6
2.2.1 Generalidades	6.
2.2.2 Taxonomía	9
2.2.3 Características del grano	9
2.2.4 Composición química y valor nutritivo	10
2.2.5 Usos de la kiwicha	12
2.3 Pastas alimenticias	13
2.4 Tecnología de pastas alimenticias	15
2.5 Tipos de pastas	17
2.5.1 Pastas alimenticias simples	17
2.5.2 Pastas alimenticias compuestas	18
2.5.3 Pastas alimenticias rellenas	18
2.5.4 Pasta fresca	18
2.5.5 Requisitos organolépticos y químicos	18

2.6	Objetivo y procesos necesarios en la producción de pastas alimenticias	19
2.7	Clasificación de la pasta	19
2.7.1	Calidad culinaria de la pasta cruda	19
2.7.2	Control de calidad de producto terminado	19
2.7.3	Calidad culinaria de la pasta cocida	23
2.8	EVALUACIÓN SENSORIAL	24
2.8.1	Métodos de evaluación sensorial	24
2.8.2	Métodos de análisis para pastas alimenticias	25
2.9	Reacción bioquímicas ligadas a las modificaciones del color de las pastas alimenticias	27
2.10	FACTORES QUE ALTERAN LA CALIDAD DE LA PASTA	29
2.10.1	Almidón dañado	29
2.10.2	Efectos en la pasta	29
2.10.3	Conservación de las pastas	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1	MATERIAS PRIMAS	32
3.2	Insumos	32
3.2.1	Huevo	32
3.2.2	Aceite vegetal	32
3.2.3	Bicarbonato de sodio	32
3.2.4	Sal de cocina	32

3.3	Equipos y materiales	32
3.3.1.	Reactivos	33
3.3.2.	Materiales de laboratorio	33
3.4	MÉTODOS DE ANÁLISIS:	34
3.4.1.	Humedad	34
3.4.2.	Proteínas	34
3.4.3.	Grasa	34
3.4.4.	Fibra Cruda	34
3.4.5.	Ceniza	34
3.4.6.	Carbohidratos totales	34
3.5	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	35
3.6	ANÁLISIS DE PRODUCTO	39
3.7	DISEÑO ESTADÍSTICO	40
3.8	EVALUACIÓN SENSORIAL	42
3.9	CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA PASTA ALIMENTICIA	42
3.10	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS	43
4.1.1	Sémola de trigo	43
4.1.2	Kiwicha	44
4.2	FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS VARIABLES POR EL	

MÉTODO DE EXPERIMENTO FACTORIAL EN DISEÑO COMPLETO AL AZAR.	45
4.2.1 Tiempo de cocción	45
4.2.2 Porcentaje de sólidos	49
4.2.3 Textura de la pasta	52
4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL	55
4.3.1 Evaluación del color de la pasta alimenticia	55
4.3.2 Evaluación de olor de la pasta alimenticia	68
4.3.3 Evaluación del sabor de la pasta alimenticia	60
4.3.4 Evaluación de la textura de la pasta alimenticia	60
4.3.5 Evaluación del aspecto general	61
4.4 PROCESO FINAL DE LA PASTA ALIMENTICIA	64
4.5 BALANCE DE MATERIA	66
4.6 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	67
4.7 ACIDEZ DE LA PASTA	71
4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	71
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición proximal de la sémola en 100 g de parte comestible	6
Tabla 2.2	Composición proximal de la kiwicha en 100 g de parte comestible	13
Tabla 2.3	Composición proximal en 100 g de fideo al huevo	17
Tabla 3.1	Porcentaje de sustitución para la elaboración de pasta Alimenticia	36
Tabla 3.2	Formulación base para la elaboración de pasta alimenticia	37
Tabla 4.1	Composición fisicoquímica de la sémola en 100 g de parte comestible	43
Tabla 4.2	Composición fisicoquímica de kiwicha en 100 g de parte comestible	44
Tabla 4.3	Tiempo de cocción de la pasta alimenticia	46
Tabla 4.4	Análisis de varianza del tiempo de cocción de la pasta alimenticia mediante experimento factorial en diseño completo al azar	47
Tabla 4.5	Porcentaje de sólidos en la pasta alimenticia	50
Tabla 4.6	Análisis de varianza del porcentaje de sólidos de pasta alimenticia mediante experimento factorial en diseño completo al azar.	51
Tabla 4.7	Textura de pasta alimenticia	53
Tabla 4.8	Análisis de varianza de textura de pasta alimenticia	54

mediante experimento factorial en diseño completo al azar

Tabla 4.9	Análisis de varianza para el atributo color	55
Tabla 4.10	Prueba de Tukey para el atributo color	56
Tabla 4.11	Análisis de varianza para el atributo olor	57
Tabla 4.12	Prueba de Tukey para el atributo olor	58
Tabla 4.13	Análisis de varianza para el atributo sabor	59
Tabla 4.14	Prueba de Tukey para el atributo sabor	59
Tabla 4.15	Análisis de varianza para el atributo textura	60
Tabla 4.16	Prueba de Tukey para el atributo textura	61
Tabla 4.17	Análisis de varianza para el aspecto general	62
Tabla 4.18	Análisis de varianza para el aspecto general	62
Tabla 4.19	Resumen del balance de materia en cada operación	67
Tabla 4.20	Composición fisicoquímico de pasta alimenticia en 100 g parte comestible.	68
Tabla 4.21	Contenido de Ufc/g de la pasta alimenticia.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	El trigo	3
Figura 2.2	La sémola	6
Figura 2.3	Diagrama de secciones transversal(a) y longitudinal (b) de semilla de kiwicha	9
Figura 2.4	La kiwicha	10
Figura 2.5	Clases de pastas	20
Figura 2.6	Reacción bioquímica de color de la pasta	27
Fig. 3.1	Flujo de operaciones tentativo del proceso de elaboración de pasta alimenticia	35
Fig. 4.1	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pasta Alimenticia	64

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países en vías de desarrollo, donde los indicadores de desnutrición muestran una situación muy problemática, ya que muchas veces la población peruana por su desconocimiento de sus propiedades nutricionales, tecnológicas de los productos alimenticios que suplan la necesidad de nutrientes requeridos para realizar una actividad física y mental.

Nuestra región cuenta con una gran variedad de recursos, muchos de ellos calificados como buenos desde el punto de vista nutritivo y organoléptico; sin embargo, no se les ha dado la debida atención ni realizado estudios detallados para analizar sus probabilidades de industrialización, perdiéndose asimismo gran parte de estos recursos debido a la falta de un adecuado manejo, medios de transporte, transformación y comercialización.

Muchos de los campesinos del sector rural y suburbano desconocen de las propiedades nutricionales de muchos alimentos que ellos consumen y es por esto que existe una demanda de productos que son ricos en proteínas, vitaminas y minerales.

En el campo industrial se considera la posibilidad de dar una nueva alternativa de pastas alimenticias elaborados en forma de espaguetis, que al momento no se encuentran en el mercado y que podría ser consumido por la mayoría de personas, ya que las pastas alimenticias actualmente se consumen en sopas, ensaladas y en platos fuertes pero no como espaguetis. El consumo de espaguetis tradicional por parte de la mayoría de niños y algunos adultos se puede ver afectado ya que producen sobrepeso y altera el metabolismo como subida del colesterol ya que no tienen mayor valor nutritivo a diferencia de este tipo de espaguetis que proporcionan nutrientes fundamentales.

En la actualidad existen muchas empresas alimenticias que se dedican a la elaboración de pastas y fideos que tienen un bajo nivel nutricional y que no cumplen con los requerimientos básicos para una saludable alimentación.

La industria alimenticia tiene un compromiso con la sociedad de investigar y desarrollar nuevos productos alimenticios que sean más nutritivos.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son:

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar la sustitución parcial de sémola de trigo por harina de kiwicha, y evaluar la calidad de cocción y sensorial de la pasta alimenticia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estudiar el análisis fisicoquímico de las materias primas.
- ✓ Evaluar los factores que influyen en las variables mediante experimento factorial en diseño completo al azar.
- ✓ Realizar la evaluación sensorial mediante el diseño bloque completo al azar con 5% de significancia.
- ✓ Efectuar el balance de materia del proceso
- ✓ Desarrollar el análisis fisicoquímico proximal y microbiológico del producto final.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRIGO (*Triticum durum*)

2.1.1 Generalidades

El trigo es el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta. Sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas viscoelásticas (gluten), que contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente (Feillet, 1984).

El trigo durum es la única materia prima permitida por la legislación en Italia (así como en Francia y Grecia) ya que difiere en varios aspectos del trigo común tales como la interacción proteína-almidón y el comportamiento al tamizado, entre otros, que desde el punto de vista de los parámetros químicos y sus características físicas y teológicas, son útiles para predecir el comportamiento de la materia prima durante el procesamiento (D'Egidio *et al.* 1990).

Los trigos blandos producen harinas muy finas, compuestas de fragmentos irregulares, difíciles de tamizar, con menor adhesión entre almidón y proteínas y menor lesión de los granos de almidón. Las células de endospermo tienden a fragmentarse, mientras que el resto de las células quedan unidas al salvado (Gil, 2010). Sémola de trigo durum. La sémola durum es producto granular de color amarillo oscuro y estructura vítrea proveniente de la molienda del endospermo del grano de trigo durum, es la materia prima ideal para la fabricación de pasta (Hoseney, 1991; Granito *et al.*, 2003).



Figura 2.1: El trigo

2.1.2 Sémola de trigo

Es el endospermo en forma de partículas gruesas (puro o con impurezas de salvado y germen) derivado del sistema triturador. La semolina se obtiene de trigo duro; el producto correspondiente obtenido de *Triticum aestivium* o *Triticum compactum* es “farina”. El tamaño de la semolina y harina es tal que todo el producto atraviesa un tamiz número 20 (840 μm de luz). El límite superior de ceniza para la semolina, es de 0,92% y para la harina 0,6% (Kent, 1987).

Con el fin de obtener en la molturación el mayor rendimiento de semolina y la mínima cantidad de harina (que en este caso es un subproducto), el trigo duro se acondiciona de tal forma que el endospermo tenga un 15% de humedad y el salvado un 18% de humedad en la primera trituration. Esta alta diferencia de humedades entre el endospermo y el salvado, es importante para disminuir el fraccionamiento del salvado y conseguir bien la separación de endospermo y salvado. El proceso de acondicionamiento incluye el paso a través de un aspirador de impacto que elimina una gran proporción de germen y de cubiertas (alas de abeja) y reduce el número de microbios. La eliminación del germen antes de moler, es importante, porque el proceso de la molturación no utiliza rodillos lisos. Se utiliza un sistema de molturación con seis o siete pasos de trituration (pasos por rodillos estriados), moliendo muy ligeramente en los primeros pasos. La semolina que se va separando, se clasifica en un gran número de fracciones, cada una con un estrecho margen de tamaños de partícula y se modifica con un sistema complicado para separar todo lo posible, la semolina de los fragmentos de salvado. Con un sistema así, un trigo durum de buena calidad, rendiría 70% de semolina y solamente un 5-6% de de harina. Generalmente, las partículas de semolina quedan dentro de los márgenes de tamaño de 488 – 142 μm (atraviesa el número 40 de alambre y no pasa el número 9 de nylon) y preferiblemente entre 300 y 200 μm la presencia de exceso de finos, conduce al desarrollo de tensiones térmicas durante la fabricación de la pasta que puede producir la desnaturalización de la proteína, mientras que la presencia de partículas gruesas (de más de 500 μm de tamaño) que no absorben el agua fácilmente, pueden producir manchas en la pasta seca.

Las cualidades deseables en la semolina para la fabricación de pasta son: brillo (ausencia de partículas de salvado), pigmentación amarilla, riqueza proteica de 11,5 a 13 % (para que tenga adecuada formación de gluten) y bajo recuento microbiano para asegurar larga conservación. Como el enzima lipoxidasa de la semolina, puede destruir el pigmento amarillo durante el subsiguiente amasado, es de desear baja actividad lipoxidásica en el trigo (Kent, 1987).

El fabricante distingue los productos finales de la molturación basándose en el tamaño de partículas o diámetro por ejm mayor de 500 μm para la mostacilla, 200-500 μm para la sémola, 120-200 μm para la semolina y 14-120 μm para la harina (Belitz, 1995).

En la práctica muchos molineros mezclan variedades de trigo duro y también mezclan semolina de trigo duro con semolina procedente de otros trigos y otros cereales hasta obtener una pasta de semolina deseada (Dendy y Dobraszczyk, 2001).

El consumo de cereales y leguminosas en un solo alimento aumenta la calidad de la proteína consumida gracias a la complementación aminoacídica que se produce. Los cereales representan una importante fuente de aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y sus niveles son adecuados para compensar los bajos valores existentes en las leguminosas. Esta complementación no solo ocurre a nivel de proteína, sino también de vitaminas y minerales (FAO, 1997).

Tabla 2.1: Composición proximal de la sémola en 100 g de parte comestible

Componentes	Unidad	sémola
Humedad	g	10,8
Grasa	g	2,0
Ceniza	g	0,4
Proteína	g	10,5
Fibra	g	1,5
Carbohidratos	g	74,8
Calcio	mg	36,0
Fosforo	mg	108,0
Hierro	mg	0,6
Energía	Kcal	359,0

Fuente: Collazos *et al.*(1993).



Figura 2.2: La sémola

2.2. KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

2.2.1 Generalidades

El amaranto es una planta autóctona de América, domesticada, cultivada y utilizada desde hace más de 4000 años. Las excavaciones arqueológicas revelan que las semillas y hojas fueron consumidas por habitantes prehistóricos mucho antes del proceso de domesticación, ya que en las regiones tropicales y

subtropicales era una planta importante de recolección. El amaranto es resistente a la sequía por su eficiente fijación de CO₂, no presentar foto-respiración y requerir menor cantidad de agua para producir la misma cantidad de biomasa (Ayala, 2005).

Su cultivo en el Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina así como en México y Guatemala, bajo distintos sistemas de producción que van desde siembra directa; trasplante , bajo riego o secano; siembras asociadas, intercaladas, como bordes; y monocultivo; dependiendo de las condiciones ambientales y localidades. Actualmente, el cultivo se encuentra reducido a pequeñas áreas, ello debido históricamente a la resistencia cultural de los nativos hacia las prohibiciones de su cultivo y al desconocimiento del mercado de este valioso grano alimenticio de uso directo en la alimentación humana y animal(Carrasco, 1992).

Esta planta se cultiva tradicionalmente desde los 2500 a 3000 msnm; sin embargo se han observado excelentes resultados al nivel del mar y áreas tropicales de la cordillera accidental. Es susceptible al frío, exceso de humedad, muy resistente al déficit hídrico y calor. Los mejores rendimientos se obtienen en condiciones adecuadas de suelo, humedad y temperatura, pudiendo alcanzar los 5000 kg/ha.

En síntesis, el amaranto presenta una gran importancia en la agroindustria, tales como:

- ✓ Adaptación a las condiciones climatológicas, edáficas y sistemas de cultivo tanto de los pequeños agricultores como de la agricultura extensiva.

- ✓ Usos múltiples en la alimentación humana obteniéndose del grano: harinas, con las que preparan galletas, dulces, tamales, tortillas, bebidas refrescantes etc., y las hojas se consumen al estado tierno en reemplazo de hortalizas de hoja con mayores ventajas nutritivas y económicas.
- ✓ Presencia de pigmentos de color rojo del tipo setocianatos en sus influencias y hojas llamadas amarantina, ampliamente usado en la alimentación humana como colorante vegetal.
- ✓ Los residuos de cosecha pueden ser utilizadas como forraje.
- ✓ Tener usos medicinales, ya que los granos molidos preparados como mazamorra, se utilizan en el control de la diarrea, provocado por amebas en zonas tropicales.

Dado la mayoría de los granos comestibles son gramíneas y siendo el amaranto una dicotiledónea de amplia adaptación, ello otorga nuevas posibilidades para la rotación de cultivos, introduciendo mayor diversidad en campos de monocultivo, lo que puede ser útil para control de plagas y enfermedades (Pantanelli, 2006).

La kiwicha es un cereal andino con un elevado contenido proteico, tiene pequeñas semillas como las del sésamo o del mijo y pueden crecer a una altitud superior a 4000 msnm. La cantidad y calidad de sus proteínas es superior a la de otros cereales tradicionalmente usados como arroz, trigo o maíz. Estos son también ricos en aminoácidos como la lisina y metionina, constituyendo un alimento de gran valor nutricional para el desarrollo de los niños (Mazza, 1998).

2.2.2 Taxonomía

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Clase	:	Dicotiledoneae
Subclase	:	Archyclamidaeae
Orden	:	Centrospermales
Familia	:	Amaranthaceae
Género	:	<i>Amaranthus</i>

2.2.3 Características del grano

La semilla es pequeña, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplicada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo. En el grano se distinguen cuatro partes importantes: epispermo que viene a ser la cubierta seminal, constituida por una capa de células muy finas, endospermo que viene a ser la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones (Paredes-López, 1994)

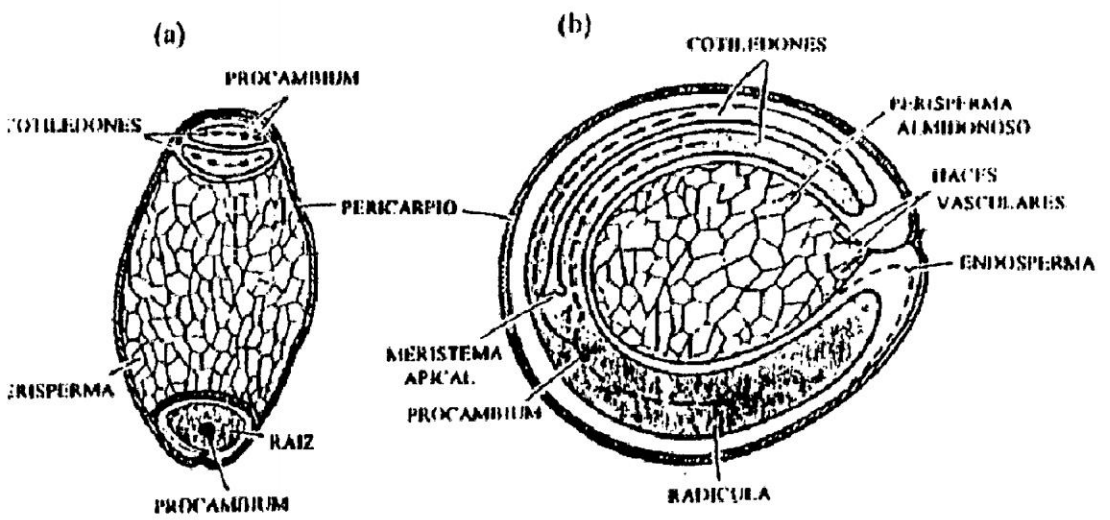


Figura 2.3: Diagrama de secciones transversal(a) y longitudinal (b) de semilla de kiwicha



Figura 2.4: La kiwicha

2.2.4 Composición química y valor nutritivo

La kiwicha tiene características nutricionales únicas, como el número uno, con los mayores valores nutritivos que la leche y aun que la carne y los huevos. Tiene aminoácidos esenciales, lisina, metionina y cisteína, manteniendo en altísimo porcentaje de estos elementos. La lisina es el factor primordial para el desarrollo orgánico y mental del hombre. Además, tiene un alto contenido de proteínas y minerales.

En lo referido a minerales, la kiwicha tiene un alto contenido de sodio y el calcio (Mazza, 1998).

El contenido proteico elevado (14- 18%), el balance de aminoácidos es óptimo cercano al requerido en la dieta humana, con una buena proporción de los azufrados; lisina, metionina y cistina (Mazza, 1998).

La proteína de amaranto tiene un contenido adecuada de lisina (4,8- 6,4 g/100 g de proteína), de triptófano (1,0- 4,0 g/100 g de proteínas) en relación con el patrón de referencia de FAO/OMS. En cambio, los granos de cereales son deficientes en lisina, el maíz es deficiente en triptófano y las proteínas del arroz y trigo tienen cantidades limitadas de lisina y treonina (Kent, 1983).

El contenido de lípidos de las semillas de amaranto es relativamente alto (6,5- 12,5 %) comparado con el del maíz (4,5 %) o trigo (2,1%). El aceite de amaranto tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados; alrededor de 53- 95% de linóleo y oleico; 0,3- 1,3% de linoleico y 2,2- 5,4% de esteárico sobre el total del aceite (Paredes- López, 1994).

La variación de los ácidos grasos depende más de las familias que de las especies del amaranto. También los factores agronómicos tienen gran influencia (Becker, 1981) citado por (Quinde, 1995).

El almidón es el carbohidrato más abundante en la semilla de amaranto, presentándose en aproximadamente 60- 62% del peso total del grano (Saunders y Becker, 1987).

Okono (1981) citado por Quinde (1995), indica que el almidón de *A. hypochondriacus* es amilopectina en su totalidad y el almidón del *A. caudatus* es completamente no aglutinable.

Bushuk (1978) citado por Quinde (1995), encontró que el *A. leucosperma*, contiene el almidón localizado en el perisperma; en los cereales comunes se encuentra en el endospermo; se tiñe de café rojizo con el yodo y no en azul como en los cereales. Los granos de almidón aislados de las semillas de *A. hypochondriacus* pequeños (1-3 μm de diámetro) y la temperatura de gelatinización de inicio es 62°C y final de 68°C. Las vitaminas están presentes en cantidades similares a otros granos riboflavina (0,19-0,23 mg/100 g), niacina (1,17-7,24 mg/100 g), tiamina (0,07-0,1mg/100 g) y ácido ascórbico (3,36- 7,24 mg/100 g) (Mazza, 1998).

En relación a los elementos minerales, el *A. caudatus* presenta una concentración elevada de fósforo (1843 mg/100 g), calcio (567mg/100 g) y potasio (565,5 mg/100 g) (INDAA, 1990),

2.2.5 Usos de la kiwicha

Para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harinas, ya sea tostada, reventada o hervida, las hojas tiernas en reemplazo de las hortalizas de hoja. Con los granos enteros o molidos se puede preparar desayunos, sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes y otros los granos reventados se consumen mezclados con miel de abeja, miel de caña o chocolate, dándole diferentes formas en moldes de madera o metálicos a las que se conoce como turrónes de kiwicha (Saunders y Becker, 1984).

Además, se ha detectado la tendencia de la sociedad por el consumo de productos naturales, se pensó que sería adecuada la incursión de este tema en las diferentes pastas en general, ya que es vista por la sociedad como un alimento no dietético que no concuerda con la mentalidad actual de cuidado del cuerpo, que este producto tendría una alta apreciación de la sociedad, tanto por su sabor como por su composición más natural menor contenido de grasas (Saunders y Becker, 1987).

Tabla 2.2: Composición proximal de la kiwicha en 100 g de parte comestible

Componentes	Valores teóricos	
	(1)	(2)
Humedad	12	12,6
Grasa	7,1	6,5-12,5
Ceniza	2,4	3,2- 3,9
Proteína	13,5	14- 18
Fibra	2,5	3,9- 17,8
Carbohidratos	64,5	56- 78

Fuente: (1) Collazos *et al.* (1993). (2) Paredes- López (1994)

2.3 Pastas alimenticias

La pasta alimenticia es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa y sodio y baja respuesta glicémica (Jenkins *et al.*, 1987, Araya *et al.*, 2003).

El trigo es el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta. Sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas visco elásticas (gluten), que

contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente (Feillet, 1984).

La semolina *durum*, producto granular de color amarillo oscuro y estructura vítrea proveniente de la molienda del endospermo del grano de trigo *durum*, es la materia prima ideal para la fabricación de pasta (Hoseney, 1991). En países como Brasil se permite el uso de mezclas de sémola con otras harinas de cereales (Cassia *et al.*, 1998).

De acuerdo a Antognelli (1980), la pasta de trigo es un alimento nutricionalmente no balanceado, debido a su escaso contenido de grasa y fibra dietética, y al bajo valor biológico de su proteína, originado por las deficiencias de lisina.

Se podría incrementar el valor nutricional de este alimento al mezclar la sémola de trigo con harina de frijol y harina de soya ambos ricos en lisina.

Mezclas de cereales y leguminosas son empleadas en la formulación de alimentos infantiles (Bressani, 1983, Jirapa *et al.*, 2003) y en la producción de "snacks" (Hurtado *et al.*, 2001).

Las pastas alimenticias constituyen los productos, derivados de los cereales, más simples utilizados en la dieta humana. Estos productos se elaboran generalmente mediante mezcla de semolina de trigo (preferentemente a partir de 100% de *Triticum durum*) con una mínima parte de agua para obtener una pasta no leudante. En áreas donde no existe disponibilidad de trigo se utiliza el cereal propio del lugar o incluso otros almidones. Los tipos de pastas largas tradicionales

(por ej. espaguetis) se hacen en Italia a partir de trigo duro, pero en otros lugares se puede hacer con el cereal propio del lugar como ocurre con el arroz en Asia. En algunas especialidades de pasta se incluyen espinacas o tomates desecados y en otras también se incorporan huevos. No obstante, los tallarines que son productos similares a la pasta, son los que normalmente se preparan con harina y huevo moldeado (Dendy y Dobraszczyk, 2001).

2.4 Tecnología de pastas alimenticias

Las pastas alimenticias se obtienen a partir de sémola y semolina procedentes de harinas en las que el grado de extracción es inferior al 70% a las que se pueden incorporar huevo. El ingrediente preferido es semolina de trigo duro con preferencia a la de trigo blando, puesto que la primera tiene mejores propiedades culinarias y resistencia a la masticación y también un mayor contenido de carotenoides que aportan el color amarillo a las pastas alimenticias. Con mezclas de trigos, las características del trigo blando se hacen patentes cuando el contenido del mismo es superior al 30%. En los productos de pasta y huevo, 2-4 huevos/kg de semolina proporcionan una pasta que tiene mejores propiedades culinarias y color (Belitz, 1995).

La pasta se moldea (normalmente mediante extrusión) antes de que se cueza o se deseque cuidadosamente y se envase. Cada vez más la pasta se está utilizando en los productos enlatados o en las comidas preparadas congeladas. Pequeños trozos de pasta desecada también se incluyen con frecuencia en sopas y en productos alimenticios infantiles (Dendy y Dobraszczyk, 2001).

Los productos “pastas” (macarrones, espaguetis, fideos, tallarines) se hacen con semolina, que se obtiene de trigo duro por un proceso especial. Las pastas de mejor calidad se obtienen con “trigo durum” solo; se puede sustituir con otros trigos duros como CWRS o HRS, pero a expensas de la calidad; los trigos duros con alta actividad α -amilásica no son adecuados.

En la fabricación de pasta se hace una masa dura con la semolina y 25 a 30% de agua a 32-38°C amasando durante 10 a 15 minutos, después de un periodo de reposo, se amasa a unos 30°C en una máquina cilíndrica equipada con palas helicoidales sesgadas. El amasado se realiza a vacío porque se prefiere la ausencia de burbujas de aire, el producto resulta más brillante y transparente. La mezcla y amasado duran unos 15 minutos.

Se destruye la masa por la hilera de una prensa para hacer artículos en forma de tubo de cinta. Para asegurar que el producto sea traslúcido, se aplica fuerte presión (7,6 – 12,8 MN/m²) según la forma de pasta que se trate); las pequeñas burbujas son eliminadas por la fuerte presión. El producto extruido se corta al tamaño requerido con cuchillas rotatorias.

Finalmente se disecca el producto desde un 30% de humedad a la salida de la prensa, hasta un 12,5%. En el secado se puede utilizar un equipo especial para controlar cuidadosamente la temperatura y humedad relativa del aire. La velocidad de secado debe ser correcta: el secado demasiado lento puede conducir al desarrollo de hongos, decoloración y agrietamientos; mientras que el secado demasiado rápido puede conducir al fraccionamiento y ensortijamiento.

Los procedimientos modernos de secado, se realizan en tres etapas: pre-secado, sudado y secado. En la etapa de pre-secado, se hace circular alrededor de la pasta, aire a 55-90 °C con lo que se seca hasta 17-18 % de humedad en una hora. La humedad emigra desde el centro a la periferia, donde se evapora, produciéndose un marcado gradiente de humedad en el producto. En el periodo de sudado que sigue, se deja reposar la pasta para que se equilibre la humedad del núcleo interior de la pasta con la de la superficie. En la etapa de secado, alternan periodos cada vez más pequeños de circulación de aire caliente, con periodos de sudado. El secado se realiza a temperaturas de 45 a 70 °C y en un tiempo total de secado de 6 – 28 horas (Kent, 1987).

Tabla 2.3: Composición proximal en 100 g de fideo al huevo

Componentes	Unidad	sémola
Humedad	g	9,1
Grasa	g	2,7
Ceniza	g	0,7
Proteína	g	13,3
Fibra	g	0,5
Carbohidratos	g	74,0
Energía	Kcal	373,5

Fuente: Ministerio de salud (2002).

2.5 Tipos de pastas

2.5.1 Pastas alimenticias simples

Son aquellas elaboradas con sémola, semolina o harinas procedentes de harina de trigo duro, semiduro, blando o sus mezclas. Si son hechas de trigo duro (*Triticum durum*) podrán clasificarse como de la calidad superior (Consumer, 2009).

2.5.2 Pastas alimenticias compuestas

Aquellas en que se ha incorporado en el proceso de elaboración alguna o varias de las siguientes sustancias: soya, huevos, leche, hortalizas, verduras, y leguminosas, bien naturales, en polvo o conservadas, jugos y extractos (Consumer, 2009).

2.5.3 Pastas alimenticias rellenas

Son preparados constituidos por pastas alimenticias simples o compuestas que en formas diversas (cilindros, sándwiches, empanadillas), contienen en su interior un preparado con alguno de los siguientes ingredientes: carnes (res, pollo), grasas, productos de pesca, pan rallado, verduras, hortalizas, huevos y agentes aromáticos autorizados (Consumer, 2009).

2.5.4 Pasta fresca

Cualquier pasta de las que se mencionó anteriormente pero que no haya sido secada en el procesamiento (Consumer, 2009).

2.5.5 Requisitos organolépticos y químicos

Las pastas alimenticias deberán cumplir con los siguientes requisitos: y El olor y sabor de las pastas alimenticias crudas, no deben ser mohosos, ni rancios; deben ser característicos de pasta no fermentada. Y deberán presentar aspecto uniforme, vítreo, translúcido y frágil. Y no deberán contener colorantes artificiales. Y no deberán contener larvas ni insectos vivos en muestras tomadas a nivel de planta. Y las pastas alimenticias podrán contener un promedio de 225 fragmentos de

insectos y un promedio de 4,5 pelos de roedores, en seis muestras de 225 gr cada una, tomadas al azar de un mismo lote. Estos requisitos tendrán carácter de recomendación (Granotec, 1998).

2.6 Objetivo y procesos necesarios en la producción de pastas alimenticias

El objetivo es elaborar alimentos de formas diversas, de fácil conservación y listos para su consumo después de cocerlos, a partir de productos resultantes de la molienda de cereales, con adición de agua y eventualmente otros ingredientes con determinadas propiedades de cocción y sabor (Granotec, 1998).

2.7 Clasificación de la pasta

2.7.1 Calidad culinaria de la pasta cruda

Según Adinte, (1998), la calidad de la pasta depende de la calidad de la materia prima (harina, sémola, agua), fases tecnológicas (amasado, desecación, conservación). Un producto de buena calidad debe ser: duro, frágil, color uniforme y semitransparente, olor a pasta no fermentada.

Puede sufrir alteraciones tanto por la harina utilizada como: por una desecación imperfecta de la pasta, mala conservación en ambiente húmedo, exposición a roedores e insectos.

2.7.2 Control de calidad de producto terminado

Conforme Granotec (1998), se realiza el control de calidad en cada uno de los siguientes aspectos:

- ✓ Aspecto visual

- ✓ Humedad
- ✓ Color
- ✓ Parámetros de la cocción
- ✓ Evaluación sensorial
- ✓ Textura

a) Aspecto de la pasta

El agrietamiento, la superficie lisa y los defectos, como las manchas y rayas, también afectan la apariencia de las pastas y la aceptación del consumidor.

- ✓ Ausencia de grietas
- ✓ Ausencia de manchas (puntos negros, blancos, macarrones)
- ✓ Textura lisa en la superficie
- ✓ Coloración amarilla (Delgado, 2001).

b) Humedad

- ✓ Pastas frescas: máx. 35 %
- ✓ Pastas secas: máx. 14 %.

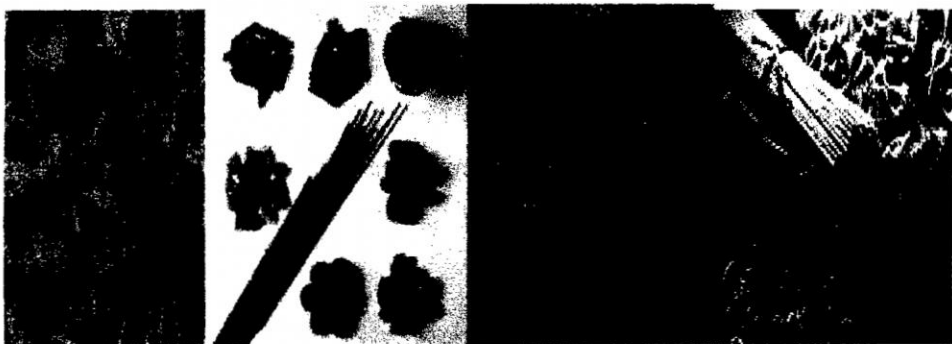


Figura 2.5: Clases de pastas

c) **Color.**Aspecto de aplicación de estética que, en su mayor parte, depende de las características del trigo usado. Proviene de un componente amarillo deseable y de un componente marrón indeseable. En ciertas condiciones de secado, puede desarrollar un componente rojo (Delgado, 2001).

El color es muy importante en los alimentos, ya que la mayoría de ellos ya sean en forma natural o procesada, poseen un color característico, por el cual el consumidor los identifica. Los colores verdes, amarillos y rojos de los alimentos vegetales se deben principalmente a diferentes compuestos orgánicos. Desde el momento en que la conservación y elaboración de los alimentos comenzó a desplazarse desde los hogares a las fábricas, existió el deseo de mantener el color de los alimentos procesados y conservados lo más parecido posible al de la materia prima original, pero también algunos alimentos adquieren su color característico como resultado del proceso.

Por otro lado, se tiene que la vista es un sentido físico que permite juzgar el aspecto de un alimento en términos de su forma, textura y color. El aspecto de un alimento es la primera clave de su identificación y con frecuencia predice el grado de satisfacción o placer que se obtendrá al comerlo. Probablemente el color es el más importante de los factores visuales responsables de la aceptación o rechazo de los alimentos, ya que influye en su condición de factor de calidad (Delgado, 2001).

d) Textura: los componentes estructurales de los alimentos les confieren un amplio rango de propiedades, referidos colectivamente como textura; el aspecto particular de textura predominante varía en cada alimento (Delgado, 2001).

El análisis de textura tiene sus comienzos en la observación visual y táctil, pero la mejor apreciación se experimenta durante el contacto del alimento con las distintas partes de la cavidad bucal. Los parámetros que integran la textura son difíciles de evaluar psicológicamente, ya que la naturaleza y variación del estímulo están asociadas a características físicas en conjunto donde se involucran más de un factor, impidiendo identificar y aislar un parámetro fundamental, sensorialmente puro.

La textura es una propiedad compuesta y compleja, e implica cualidades mecánicas como la dureza, cohesividad, etc., así como geométricas tales como tamaño y forma de las partículas, además de las propiedades relacionadas con contenido de humedad y grasa (Delgado, 2001).

La mayoría de los métodos instrumentales desarrollados para medir características mecánicas de los alimentos se basan en la aplicación de una fuerza sobre ellos y en el registro de su resistencia a la misma. A su vez describen el método de perfil de textura instrumental y el desarrollo de un texturómetro que marcaron un hito importante en las investigaciones de medida de la textura en los alimentos; aunque primeramente se incorporó la idea de registrar todo el proceso de la respuesta del alimento, obteniéndose más de una variable mecánica en un solo ensayo (Delgado, 2001).

2.7.3 Calidad culinaria de la pasta cocida

Las pastas elaboradas con trigo 100% importado presentan el menor tiempo de cocción, debido a que la amilosa presente en sus almidones se encuentra alrededor de un 25%, que beneficia la rápida gelatinización. Mientras aumenta el porcentaje de sustitución de trigo importado poseen un porcentaje de amilosa relativamente bajo, necesitan mayor tiempo de gelatinización o cocción. (Granotec, 1998).

De aquí es comprensible que en las pastas que están elaboradas a partir de la sustitución con harinas de cereales y tubérculos distintos al trigo importado, presenten mayor desprendimiento de materia orgánica, ya que a mayor presencia de almidón (Granotec, 1998).

Las pastas van disminuyendo la capacidad de retención de su materia orgánica, producto de lo cual presentan altos porcentajes de extracto seco.

Relación agua de cocción / pasta Tiempo de cocción Relación cantidad de agua absorbida /cantidad de muestra, cocida pérdida por cocción, materia orgánica total.

- ✓ Coloración
- ✓ Firmeza
- ✓ Ausencia de pegajosidad
- ✓ Débil pérdida de materia en la cocción.

➤ Parámetros importantes

- ✓ Relación agua de cocción / pasta

- ✓ Tiempo de cocción
- ✓ Relación cantidad de agua absorbida /cantidad de muestra cocida
- ✓ Pérdida por cocción
- ✓ Materia orgánica total
- **Aspecto visual**
 - ✓ Forma
 - ✓ Tamaño
 - ✓ Color
 - ✓ Picaduras / puntos blancos
 - ✓ Trizado o azoado (Granotec, 1998).

2.8 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar por su importancia: y Apariencia: color, tamaño, forma, conformación, uniformidad y Olor: los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma y gusto: dulce, amargo, salado y ácido y textura: las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad. Y sonido: aunque con poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura por ejemplo crujido, tronido, efervescencia. (Granotec, 1998).

2.8.1 Métodos de evaluación sensorial

Estos métodos se dividen en dos grandes grupos: el primero está constituido por pruebas analíticas, las cuales se ejecutan en condiciones controladas de un laboratorio y con jueces entrenados; el segundo grupo lo integran las pruebas

afectivas que se realizan con consumidores (personas no entrenadas en técnicas sensoriales) y en condiciones que no les sean ajenas o extrañas para utilizar o consumir el producto en estudio (Granotec, 1998).

Entre los métodos efectivos se encuentran: y Pruebas de aceptación: tienen como objetivo conocer de acuerdo a un criterio sensorial si la muestra que se presenta es aceptada o no por los consumidores.

2.8.2 Métodos de análisis para pastas alimenticias

a) Humedad: es el contenido de agua presente en un alimento, necesaria en muchos casos para que se lleven a cabo cambios fisicoquímicos, bioquímicos, organolépticos y microbiológicos, ya sean favorables o no a dichos productos alimenticios.

Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad en una muestra de alimento, definido como, la pérdida de masa que sufre una muestra al ser calentada a la temperatura de ebullición del agua hasta masa constante. Los cuales pueden ser clasificados como: por secado, destilación, métodos químicos e instrumentales y por actividad de agua. El método de humedad se aplica a los granos, harinas y otros productos derivados de los cereales (Covenin, 1994).

b) Cenizas: es el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado, el cual no posee la misma composición de materia mineral que en el alimento original, ya que puede haber habido pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. El análisis de las cenizas totales determina ciertas características físicas y químicas en los alimentos

que en muchos casos permiten comprobar su naturaleza y controlar su calidad (Mariano, 2000).

c) Proteínas: las proteínas son uno de los componentes en los alimentos de gran importancia en la dieta del ser humano, sobre todo por su composición estructural (los aminoácidos), que permite la formación de tejidos y estructuras.

Existen varios métodos para realizar la determinación del contenido de proteínas en un alimento, entre ellos el Kjeldahl o digestión ácida en caliente de la muestra, con lo que se logra transformar el nitrógeno de las proteínas en compuestos más sencillos, que conlleva a la medición indirecta de la cantidad de nitrógeno presente en la muestra a analizar y con ello el contenido de proteínas. También existen los análisis colorimétricos; para ello se pone la solución de proteínas en contacto con soluciones de sulfato cúprico, lo cual da origen a un cromógeno que puede ser medido utilizando un colorímetro de luz visible (Covenin, 1994).

d) Grasas: los constituyentes grasos de los alimentos consisten en diversas sustancias lípidos.

Existen diferentes métodos para llevar a cabo esta determinación en un alimento.

En lo que respecta a las grasas, el más usado se basa en un proceso de extracción con solvente orgánico de la muestra de alimento (Covenin, 1994).

e) Fibra cruda: es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Este tratamiento empírico proporciona una fibra cruda que consiste principalmente en celulosa y

cierta proporción de lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra original (Covenin, 1994).

f) Carbohidratos: son compuestos que contienen en su estructura una mayor proporción de carbono, hidrógeno y oxígeno; entre los más comunes se encuentran los monosacáridos (glucosa, galactosa, etc.), disacáridos (sacarosa, lactosa, maltosa), trisacáridos (resinosa) y polisacáridos (almidón, celulosa, etc.). Éstos constituyen un aporte de energía importante para el organismo (4 kcal/g). Generalmente se calcula por diferencia.

2.9 Reacción bioquímicas ligadas a las modificaciones del color de las pastas alimenticias

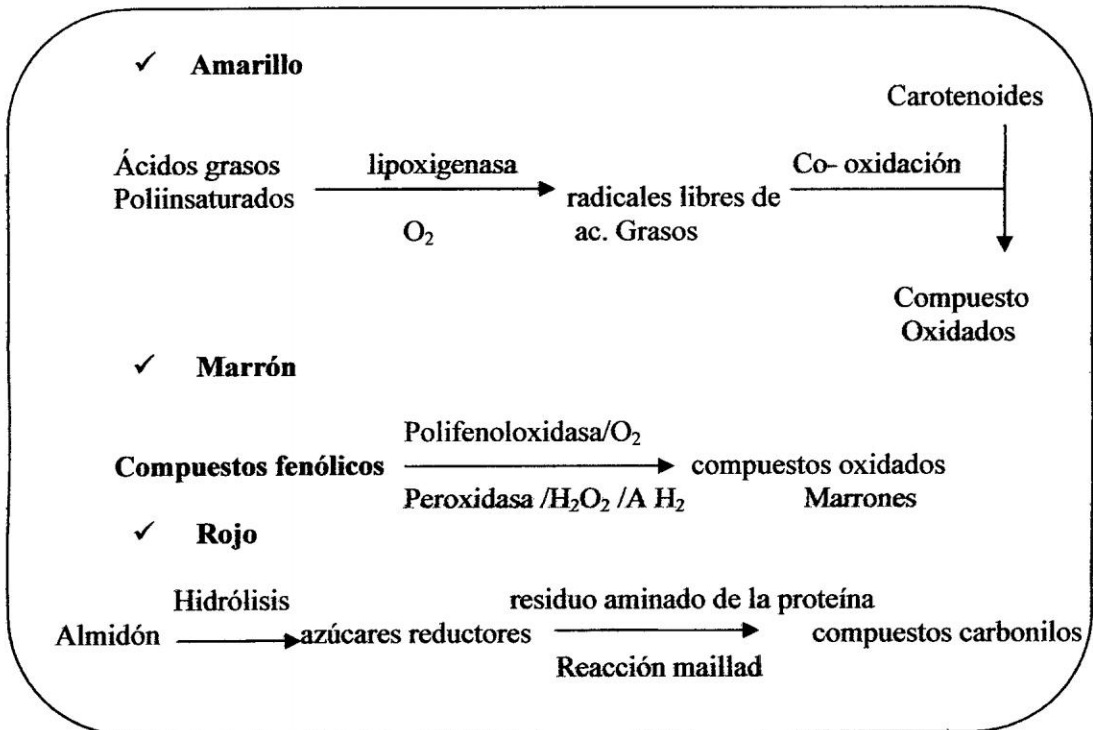


Figura 2.6: Reacción bioquímica de color de la pasta

a) Las oxidasas: juegan un papel importante sobre el color. La lipoxigenasa localizada en partes periféricas y germen del grano de trigo cataliza la destrucción de los carotinoides, cuya presencia determina el color amarillo de las pastas.

Los carotinoides son los responsables de color amarillo ambarino. Están localizado principalmente en el embrión (4 a 11 mg/kg) 1,6-2,2 mg/kg en el albumen y 0,9-2, 2 mg/kg en las envolturas.

Durante el curso de fabricación de pastas alimenticias se destruye una cantidad variable de carotinoides, según las variedades de trigo. Algunos autores han obtenido unas pérdidas medidas del 16,3 % durante la fabricación de espaguetis secos a bajas temperaturas.

Peroxidasa y polifenoloxidasas, localizada principalmente en las envolturas del grano, se asocian con el componente marrón, desfavorable. No obstante, la acción de la peroxidasa es incierta si no tiene disponibilidad de peróxido de hidrógeno. Existen divergencias entre actividad polifenoloxidasica e intensidad de marrón en las pastas.

b) Aspecto: el agrietamiento, la superficie lisa y los defectos, como las manchas y rayas, también afectan la apariencia de las pastas y la aceptación del consumidor.

c) Agrietamiento: defecto de producción caracterizado por ruptura en la pasta seca. La causa más frecuente son unas condiciones de secado inadecuadas. Si la humedad superficial se evapora demasiado rápido, la superficie de la pasta se

endúrese; cuando el centro se va secando, la hebra es incapaz de ofrecer resistencia a la tensión y aparecen las grietas.

2.10 FACTORES QUE ALTERAN LA CALIDAD DE LA PASTA

2.10.1 Almidón dañado

Es el porcentaje de gránulos de almidón que son susceptibles de ser hidrolizados por α -amilasa. El aumento del almidón dañado se produce cuando:

La humedad de acondicionamiento del trigo sea menor a la óptima La velocidad de los rolos sea más elevada Mayor diferencial de velocidad (en los rolos estriados, no en los lisos), mayor presión de molienda, mayor número de remolidos a mayor número de pasajes más daño (Granotec, 1998).

2.10.2 Efectos en la pasta

El alto valor de almidón dañado no es deseable en la elaboración de pastas, ya que es susceptible la acción de las amilasas. A mayor cantidad de azúcares reductores mayor reacción de Maillard a mayor cantidad de dextrinas mayor pegajosidad Influye en el azoado o trizado de la pasta (Granotec, 1998).

2.10.3 Conservación de las pastas

Para que las pastas alimenticias puedan conservarse durante un largo período de tiempo, es necesario otorgar ciertos cuidados durante toda su existencia, es decir, desde que son elaboradas en la fábrica o en la cocina hasta el momento mismo de cocinar. Una norma elemental es que no deben embalarse húmedas; ello ocasionaría el deterioro de manera rápida. Luego se han de guardar en almacenes

secos, bien ventilados y aireados, lo más alejados del contacto con el polvo, insectos y otros animales que la puedan perjudicar. Si tanto el fabricante como el vendedor han seguido estrictamente las normas básicas de higiene y conservación, las pastas llegarán a las manos del ama de casa en su mejor estado, y solo habrá que seguir conservándolas, no interrumpiendo la cadena que comenzó en la molturación de la sémola del trigo (Granotec, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La parte experimental del presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Panificación, laboratorio de Microbiología General, laboratorio de análisis de alimentos y laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, desde abril hasta setiembre de 2013.

3.1 MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que se empleó son las siguientes:

a) Sémola de trigo

Se utilizó como a base para la elaboración de pasta alimenticia, adquirida en el mercado local de Ayacucho.

b) Harina de kiwicha

La harina de kiwicha, fue una de las materias primas que sustituyó parte a la sémola de trigo, procedente del mercado local, en donde se evaluó el porcentaje de sustitución de 5 a 20%.

3.2 Insumos

3.2.1 Huevo

Fue utilizado para mejorar el color y la textura de la pasta alimenticias, que se adquiere en el mercado local.

3.2.2 Aceite vegetal

Insumo que también contribuye con la textura de la pasta y que forma parte de la formulación que se utilizó, que se adquiere en el mercado local.

3.2.3 Bicarbonato de sodio

Aditivo que contribuye de conservación y que formó parte de la formulación de la pasta, que se adquiere en el mercado local, Ayacucho

3.2.4 Sal de cocina

Insumo que contribuye con el sabor de la pasta y forma parte de la formulación; adquirida en el mercado local.

3.3 Equipos y materiales

Los materiales y equipos que fueron utilizados en la investigación fueron:

- ✓ Amasadora marca CHILETA capacidad 50 kg.
- ✓ Sobadora marca INGRESER modelo industrial capacidad 20 kg.
- ✓ Balanza analítica marca ES-2100A capacidad 210 g.
- ✓ Máquina para pasta marca SHULE
- ✓ Estufa Marca HOT AIR OVEN modelo YCO-010.

- ✓ Horno de Calcinación (Mufla), marca RELES modelo ML/U5L.
- ✓ Mesa de trabajo
- ✓ Cocina eléctrica
- ✓ Digestor, marca SELECTA.
- ✓ Destilador kjeldahl, marca LABANCO.
- ✓ Materiales de vidrio: bureta, Erlenmeyer, fioles, vasos de precipitado, pipetas y otros materiales de laboratorio para los análisis respectivos.

3.3.1. Reactivos

Para los análisis correspondientes se utilizaron:

- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Ácido bórico
- ✓ Ácido clorhídrico,
- ✓ Fenolftaleína
- ✓ Sulfato de potasio (catalizador)
- ✓ Sulfato de cobre (catalizador)

Solvente:

- ✓ Hexano
- ✓ Hidróxido de sodio y otros recomendados de los métodos respectivos.

3.3.2. Materiales de laboratorio

Los materiales fueron los siguientes:

- ✓ Placa petri (10 cm de diámetro por 1,5 cm de altura).
- ✓ Crisoles de porcelana.

- ✓ Matraces Erlenmeyer de 100, 250 mL.
- ✓ Pipetas de 1, 5 y 10 mL.
- ✓ Probetas de 50, 100 y 250 mL.
- ✓ Pinzas.

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS:

3.4.1. Humedad

Secado en estufa recomendado por la COVENIN 283:1994

3.4.2. Proteínas

Mediante el método destilador kjeldahl recomendado por la COVENIN 283:1994

.

3.4.3. Grasa

Mediante el método soxhlet recomendado por la COVENIN 283:1994

3.4.4. Fibra cruda

De acuerdo al método recomendado por la COVENIN 283:1994

3.4.5. Ceniza

Utilizando la incineración en mufla tal como lo indica la COVENIN 283:1994

3.4.6. Carbohidratos totales

Se obtuvo por diferencia, restando la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G), proteínas (P) y fibra (F) del 100%

3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

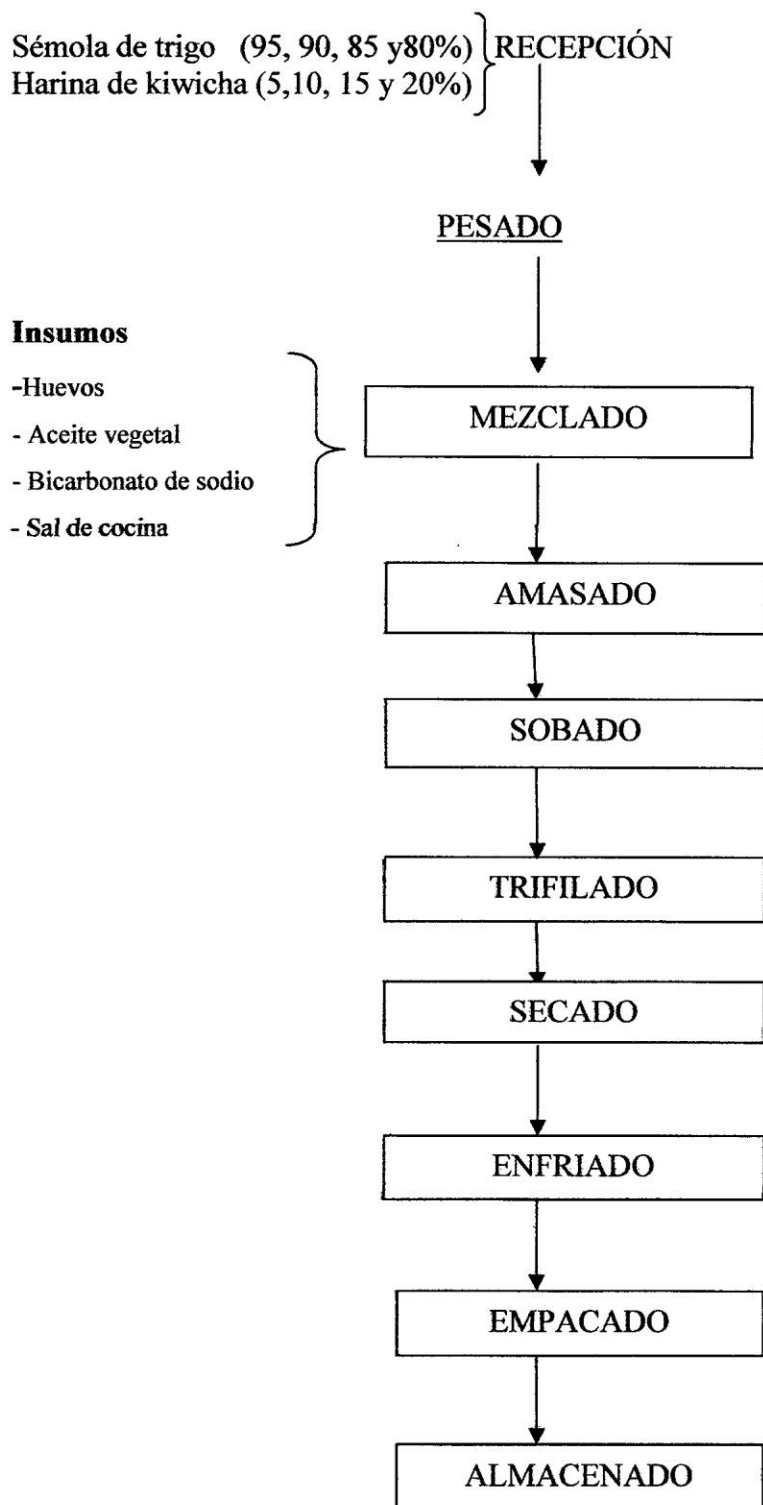


Fig. 3.1: Flujo de operaciones tentativo del proceso de elaboración de pasta alimenticia.

a) Recepción

La adquisición de materia prima de buena calidad, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final.

b) Pesado

Se tomó en cuenta el peso de la materia prima con la finalidad de aplicar las diferentes formulaciones existentes para la elaboración de pasta, y el final determinar rendimientos.

Tabla 3.1: porcentaje de sustitución para la elaboración de pasta alimenticia

Tratamientos	Sémola de trigo (%)	Harina de kiwicha (%)
T1	95	5
T2	90	10
T3	85	15
T4	80	20

c) Mezclado

Se añadieron uno a uno los ingredientes como son la harina de kiwicha, huevos, aceite, sal, agua, bicarbonato de sodio y se mezclaron para lograr una uniformidad de la masa.

Tabla 3.2: Formulación base para la elaboración de pasta alimenticia

Materias primas e Insumos	Cantidad
Sémola de trigo	Según sustitución por kiwicha
Huevo	8 huevos
Harina de kiwicha	Según sustitución por sémola
Aceite	200 mL
Bicarbonato	4 g
Sal	4,96 g
Agua	700 mL

d) Amasado

Se procedió a amasar todos los insumos con la ayuda de la máquina amasadora hasta obtener una masa homogénea y uniforme a temperatura ambiente.

e) Sobado

Se obtiene así, una lámina de color uniforme, pulida y perfectamente homogénea. El tiempo de sobado dependió del tipo de mezcla de harinas, así, alrededor de: para mezclas de harinas con el 20% de sustitución un tiempo de 8 minutos.

f) Trefilado

Esta operación consiste en dar forma a la pasta, introduciéndola en los cilindros cortadores hasta obtener láminas de pasta del mismo espesor y longitud. La pasta, dada forma se coloca sobre bandejas de superficie plana y fueron llevadas al secador.

g) Secado

El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad del producto a 12 ó 13 % de manera que las pastas tengan un tiempo largo de vida útil, mantengan su forma y se almacenen sin deteriorarse, por lo que esta operación es la más delicada y la más difícil ya que la pasta es higroscópica y un inadecuado secado conllevaría a una fermentación si este fuera muy lento, o de lo contrario si fuera muy rápido se tuviera la formación de microfisuras las cuales conllevarían a la rotura de la pasta. Este proceso se realiza con ventilación para distribuir el aire caliente uniformemente en toda la pasta.

h) Enfriado

Una vez retirado el producto del secador, se enfrió en un lugar seco y fresco. El tiempo empleado para esta fase a temperatura ambiente, varía según las condiciones climáticas, pero en general.

i) Empacado

El producto se coloca en fundas de polipropileno 0₈H₈₅DB con un contenido de 250 g, luego se sellan para asegurar su buena conservación e higiene durante su almacenamiento, transporte y expendio.

j) Almacenado

El producto se almacena en lugares secos, bien ventilados y sobre lugares que garanticen una buena circulación de aire, con un apilamiento máximo de 1m de altura.

3.6 ANÁLISIS DE PRODUCTO

a) Acidez

Se analizó una muestra para determinar el porcentaje de acidez, expresada como ácido láctico, la acidez expresada como porcentaje de ácido láctico.

b) Análisis de textura

Se evaluó con el equipo texturómetro la resistencia de la pasta alimenticia mediante la presión de esta prueba se presentan al juez dos muestras simultáneamente y se colocan en forma aleatoria ya que si todas las muestras se pasan en el mismo orden a todos los panelistas, se pueden presentar sesgos, por un efecto del orden de presentación. Una vez expuestas las muestras a los jueces, se les pide que indiquen si perciben o no diferencias y que registren su observación en el cuestionario correspondiente.

c) Tiempo de cocción

Los resultados fueron evaluados, que influyeron sobre la textura y el sabor de las pastas; si las pastas no quedan bien cocidas su textura es dura y su sabor es característico de la harina y si el tiempo de cocción es mayor al requerido, se desintegran, presentan una textura muy blanda y pegajosa y cambiando de color aspectos considerados desagradables para los consumidores.

d) Porcentaje de extracto seco del agua de cocción (%)

Se realizó el análisis, permitió la determinación del material adherido a la pasta responsable de la pegajosidad o también la medición de la materia orgánica desprendida de la pasta.

3.7 DISEÑO ESTADÍSTICO

Los resultados analíticos fueron evaluados mediante experimento factorial en diseño completo al azar de $4 \times 2 \times 2$ con 3 repeticiones al 5% de nivel de confianza, si en el ANVA hubiere significancia se determinó al mejor tratamiento mediante la prueba de comparación múltiple (Tukey).

El modelo estadístico para la evaluación es fue siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + B_j + \varphi_K + (\alpha B)_{ij} + (\alpha \varphi)_{ik} + (B \varphi)_{jk} + (\alpha B \varphi)_{ijk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Respuesta

μ = Promedio de la media general de todos los tratamientos

α_i = Efecto del i – ésimo % de sustitución.

B_j = Efecto del j - ésimo tiempo de sobado.

φ_K = Efecto del k – ésimo tiempo de secado.

$(\alpha B)_{ij}$ = Efecto de la interacción correspondiente a las i -ésimo del porcentaje de sustitución y j -ésimo tiempo de sobado.

$(\alpha \varphi)_{ik}$ = Efecto de la interacción correspondiente a la i – ésimo del porcentaje de Sustitución y k -ésimo tiempo de secado

$(B\phi)_{ik}$ = Efecto de la interacción correspondiente a la j-ésimo tiempo de sobado y k-ésimo tiempo de secado.

$(\alpha B\phi)_{ijk}$ = Efecto de la interacción correspondiente al i-ésimo del porcentaje de sustitución y j-ésimo tiempo de sobado y k-ésimo tiempo de secado.

E_{ijk} = Efecto del error experimental correspondiente a la i-ésimo del porcentaje de sustitución, j-ésimo tiempo de secado y k-ésimo tiempo de secado.

➤ **Variable independiente:**

- ✓ Harina de kiwicha.
- ✓ Sobado.
- ✓ Secado.

Indicadores y niveles:

- a. 5, 10, 15 y 20 %
- b. 4 y 8 minutos
- c. 3,5 y 4,5 h

Variable dependiente:

- ✓ Tiempo de cocción
- ✓ Porcentaje de sólidos
- ✓ Textura de la pasta
- ✓ Atributos de calidad.

Indicadores y niveles:

- a. 30 a 40 minutos
- b. 84 a 87 %
- c. 101 a 152 N/m²
- d. Color, olor, sabor, textura y aspecto general

3.8 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las evaluación sensorial se llevó a cabo mediante el diseño bloque completo al azar con 5% de significancia, donde se evaluó los atributos color, olor, sabor, textura y aspecto general, para ello se realizó el análisis de varianza (ANVA), posteriormente se efectuó la prueba de comparación de Tukey.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

μ = Promedio global para todas las observaciones

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo panelista

Y_{ij} = Es la respuesta en el i-ésimo tratamiento, para el j-ésimo panelista

E_{ij} = Error aleatorio.

3.9 CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA PASTA ALIMENTICIA

Se realizó el análisis de la composición proximal de la pasta alimenticia. Según lo que se indica en 3.2.1 hasta 3.2.6.

3.10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se realizó para establecer la inocuidad del producto y a través de la determinación de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales, con las especificaciones establecidas por la norma INEN1375 (2000).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

4.1.1 Sémola de trigo

Los resultados cuantitativos de la composición fisicoquímica de sémola de trigo se observa en la tabla 4.1, la principal característica de la materia prima es la cantidad y calidad proteica.

Tabla 4.1: Composición fisicoquímica de la sémola en 100 g en parte comestible

Componentes	Unidad	Valores experimentales
Humedad	g	12,10
Grasa	g	1,0
Ceniza	g	0,58
Proteína	g	7,90
Fibra	g	0,87
Carbohidratos	g	77,65
Calorías	cal	351,2

Como se observa en dicha tabla, en la investigación realizada se obtuvo el contenido de proteínas, humedad, grasa, ceniza, fibra cruda y carbohidratos respectivamente y según Collazos *et al.* (1993), el contenido de proteínas, grasa y fibra tienen mayores

valores que los datos obtenidos en el trabajo experimental, pero en cuanto a humedad, ceniza y carbohidratos tienen menores valores que en el análisis realizado, esta variación de los otros componentes es debido a la variedad, lugar de producción, área geográfica, labores culturales, características fisicoquímicas, manejo pos cosecha, al uso adecuado de los reactivos y equipos en el laboratorio, etc.

4.1.2 Kiwicha

Los resultados cuantitativos de la composición fisicoquímica de harina de kiwicha se observa en la tabla 4.2, la principal característica a tomar en cuenta de esta materia prima como sustituto para mejorar su calidad nutricional.

Tabla 4.2: Composición fisicoquímica de kiwicha en 100 g en parte comestible

Componentes	Unidad	Valores experimentales
Humedad	g	12
Grasa	g	7,0
Ceniza	g	2,5
Proteína	g	12,6
Fibra	g	2,0
Carbohidratos	g	63,9
Calorías	cal	334,4

La tabla muestran los resultados obtenidos en el análisis el contenido grasa, proteínas, humedad, ceniza, fibra y carbohidratos, respectivamente son similares a lo reportado por Collazos *et al.* (1993), muestra que éstos permanecen dentro de los parámetros de normalidad, los valores que se hallan son adecuados, y permiten avanzar en el proceso experimental con plena seguridad acerca de la calidad de esta materia prima.

4.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS VARIABLES POR EL MÉTODO DE EXPERIMENTO FACTORIAL EN DISEÑO COMPLETO AL AZAR.

Para la mejor investigación tomada en cuenta los indicadores como tiempo de cocción, porcentaje de sólidos en agua de cocción y textura de la pasta, se aplicaron la metodología experimento factorial en diseño completo al azar.

4.2.1 Tiempo de cocción

Los resultados obtenidos de la pasta alimenticia para esta variable respuesta se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3: Tiempo de cocción de la pasta alimenticia

Kiwicha	Tiempo de sobado	Tiempo de secado	Tiempo de cocción (min)		
5 %	4 min	3,5 h	32	32	33
		4,5 h	35	34	40
	8 min	3,5 h	30	32	32
		4,5 h	33	35	36
10 %	4 min	3,5 h	31	32	35
		4,5 h	35	35	34
	8 min	3,5 h	32	33	31
		4,5 h	35	40	36
15 %	4 min	3,5 h	33	32	33
		4,5 h	34	36	34
	8 min	3,5 h	30	32	32
		4,5 h	40	34	40
20 %	4 min	3,5 h	32	32	33
		4,5 h	34	36	35
	8 min	3,5 h	32	40	36
		4,5 h	36	35	40

Como se observa en dicha tabla, el tiempo de cocción, influye sobre la textura de las pastas; si las pastas no quedan bien cocidas su textura es dura y su olor es característico a kiwicha que predomina, a mayor porcentaje de sustitución mayor tiempo de cocción de la pasta.

Si la cocción de pasta sobrepasa su tiempo de cocción se vuelve contextura blanda y pegajosa y su color cambia a blanco oscuro, su aspecto es desagradable para el consumidor.

Tabla 4.4: Análisis de varianza del tiempo de cocción de la pasta alimenticia mediante experimento factorial en diseño completo al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft.	Sig.
Kiwicha	3	1,396	6,132	1,911	0,148	N.S
Sobado	1	11,021	11,021	3,435	0,073	*
Secado	1	123,521	123,521	38,500	0,000	*
Kiwicha * Sobado	3	32,729	10,910	3,400	0,029	*
Kiwicha * Secado	3	15,229	5,076	1,582	0,213	N.S
Sobado * Secado	1	3,521	3,521	1,097	0,303	N.S
Kiwicha * Sobado * Secado	3	25,229	8,410	2,621	0,068	*
Error	32	102,667	3,208			
Total	47	332,312				

C.V = 5,23 %

La tabla 4.4 a través del ANVA muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio como son: el tiempo de sobado, tiempo de secado, efecto de la interacción porcentaje de kiwicha por tiempo de sobado y el efecto de la triple interacción del **porcentaje de kiwicha por tiempo de sobado por tiempo de secado** al 5 % de significancia.

La cocción de la pasta alimenticia, o es decir, el tratamiento térmico; elimina una parte muy significativa de los microorganismos que pudiera contener. Como

consecuencia, raramente estará implicada en procesos patológicos de origen microbiano. No obstante, merece destacar algunos riesgos asociados a la forma de elaboración, manipulación y conservación de la pasta.

Después de la cocción el producto permaneció en piezas enteras, discretamente suaves, y mostrar firmeza adecuada a la hora de consumo o al diente.

La pasta tiene capacidad de hinchamiento debido a la absorción del agua, coloración amarillo, ausencia de pegajosidad y débil pérdida en la cocción.

En la sémola de baja calidad con colores pálidos, se recomiendan los procesos de desecación a altas temperatura ya que de esta forma se ayuda a reducir la pegajosidad en la pasta cocida final. Los azúcares totales de la pasta descienden pero se producen un incremento de los azúcares en el agua de cocción.

Las pastas elaboradas con trigo 100% importado presentan el menor tiempo de cocción, debido a que la amilosa presente en sus almidones se encuentran alrededor de un 25 % que beneficia la rápida gelatinización o cocción (Énfasis Alimentación Latinoamérica ,2009).

Mientras aumenta el porcentaje de sustitución de trigo importado poseen un porcentaje de amilosa relativamente bajo, necesitan mayor tiempo de gelatinización o cocción tras la cocción de la pasta, el almidón se modifica debido a su interacción con el agua. Cuando se calienta, el almidón pierde su integridad rígida estructural y puede absorber una gran cantidad de agua aumentando la viscosidad provocada por el hinchamiento del gran y la liberación del material

soluble presente en el mismo. Este fenómeno es llamado gelatinización e influye en la calidad culinaria de este producto fundamentalmente sobre su viscoelasticidad (Énfasis Alimentación Latinoamérica, 2009).

De acuerdo a la tabla 4.4, existen diferencias significativas entre los tratamientos para el tiempo de cocción, se realizó la prueba de Tukey donde se tiene la amplitud limite significancia de 3,598 para el efecto de interacción del 20 % porcentaje de kiwicha, 4 min tiempo de sobado, 3,5 h tiempo de secado y tiempo de cocción 35 min, que tiene mayor grado de aceptación y supera estadísticamente a los demás tratamientos durante la cocción.

4.2.2 Porcentaje de sólidos

Los resultados obtenidos de la pasta para esta variable de respuestas que se muestra en la tabla 4.5, que permite determinar del material adherido, responsable de pegajosidad.

Tabla 4.5: Porcentaje de sólidos en la pasta alimenticia

Kiwicha	Tiempo de sobado	Tiempo de secado	Porcentaje de sólidos (%)		
5 %	4 min	3,5 h	83,42	83,41	83,95
		4,5 h	84,53	84,97	84,01
	8 min	3,5 h	84,55	84,20	83,95
		4,5 h	84,53	84,97	84,01
10 %	4 min	3,5 h	84,55	83,41	83,95
		4,5 h	84,53	84,97	84,01
	8 min	3,5 h	84,55	84,01	84,55
		4,5 h	83,41	83,88	83,69
15 %	4 min	3,5 h	84,21	84,20	84,71
		4,5 h	85,30	85,76	84,80
	8 min	3,5 h	85,32	84,96	84,71
		4,5 h	85,30	85,76	84,80
20 %	4 min	3,5 h	85,32	84,20	84,71
		4,5 h	85,30	85,76	84,80
	8 min	3,5 h	85,32	84,80	85,32
		4,5 h	84,20	84,64	84,46

La tabla 4.6 de Análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sólidos de la pasta a partir de diferentes formulaciones muestran diferencias significativas entre los tratamientos a base de sémola de trigo y harina de kiwicha, lo que indica que existe suficiente evidencia estadística al 5% nivel de significancia que nos permite aceptar la hipótesis alternante, al menos uno de los tratamientos tiene el porcentaje

de sólidos diferente a los demás, lo que puede afirmar una diferencia entre sí, también muestra que hay diferencia significativa bajo entre repeticiones.

Tabla 4.6: Análisis de varianza del porcentaje de sólidos de pasta alimenticia mediante experimento factorial en diseño completo al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft.	Sig.
Kiwicha	3	9,686	3,229	16,352	0,000	*
Sobado	1	0,102	0,102	0,515	0,478	N.S
Secado	1	0,614	0,614	3,111	0,087	*
Kiwicha * Sobado	3	0,858	0,282	1,449	0,247	N.S
Kiwicha * Secado	3	1,605	0,535	2,710	0,061	*
Sobado * Secado	1	3,592	3,592	18,190	0,000	*
Kiwicha * Sobado * Secado	3	0,528	0,176	0,891	0,456	N.S
Error	32	6,318	0,197			
Total	47	23,303				

C.V = 0,524 %

Según la tabla 4.6 a través del ANVA muestran que hay diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, para el extracto seco de agua de cocción como son: el porcentaje de kiwicha, tiempo de secado, efecto de la interacción **porcentaje de kiwicha por tiempo de secado** y el efecto interacción del **tiempo de sobado por tiempo de secado** al 5% de significancia.

De acuerdo a dicha tabla se realizó la prueba de Tukey del efecto de la interacción del porcentaje de kiwicha por tiempo de secado en donde existe diferencia significativa entre los tratamientos del porcentaje de sólidos y se tiene la amplitud límite significancia de 0,630 la interacción del 20 % porcentaje de kiwicha, 3,5 h

tiempo de secado y porcentaje de sólidos 85,6 %, con mayor grado de aceptación y supera estadísticamente a los demás tratamientos.

También se realizó la prueba de Tukey del efecto de la interacción tiempo de sobado por tiempo de secado, teniendo la amplitud límite significancia de 0,36 de la interacción de tiempo de sobado 8 min y tiempo de secado 3,5 h; en conclusión que estos valores son aceptables estadísticamente en dicha prueba realizada.

La determinación del porcentaje de sólidos en la pasta, permite la determinación del material adherido a la pasta responsable de la pegajosidad o también la medición de materia orgánica desprendida de la pasta (Énfasis Alimentación Latinoamérica, 2009).

De aquí es comprensible que en las pastas que están elaboradas a partir de la sustitución con harinas de cereales distintos al trigo importado, presenten mayor desprendimiento de materia orgánica, ya que a mayor presencia de almidón (Énfasis Alimentación Latinoamérica, 2009). Las pérdidas de sólidos por cocción son proporcionales al porcentaje de sustitución debido a que interfieren con la formación de la matriz proteica del gluten debilitándola.

4.2.3 Textura de la pasta

Los resultados obtenidos para la textura se muestra en la tabla 4.7, mediante el equipo texturómetro en forma de fuerza vs tiempo y que registra la presión sobre la pasta.

Tabla 4.7: Textura de pasta alimenticia

Kiwicha	Tiempo de sobado	Tiempo de secado	Textura (N/mm ²)		
5 %	4 min	3,5 h	104	108	112
		4,5 h	121	116	114
	8 min	3,5 h	102	110	114
		4,5 h	152	144	132
10 %	4 min	3,5 h	102	109	114
		4,5 h	114	152	148
	8 min	3,5 h	103	106	118
		4,5 h	118	112	124
15 %	4 min	3,5 h	106	102	110
		4,5 h	124	119	113
	8 min	3,5 h	121	140	114
		4,5 h	152	142	132
20 %	4 min	3,5 h	102	109	115
		4,5 h	114	152	148
	8 min	3,5 h	112	116	126
		4,5 h	124	121	112

Podemos afirmar del Análisis de varianza (ANVA) la textura de la pasta a partir de diferentes formulaciones muestran diferencias significativas entre los tratamientos a base de sémola de trigo y harina de kiwicha, lo que indica que existe suficiente evidencia estadística al 5% nivel de confianza, que nos permite aceptar la hipótesis alternante, al menos uno de los tratamientos tiene en la textura diferente a los demás, lo que puede afirmar una diferencia entre sí.

Tabla 4.8: Análisis de varianza de textura de pasta alimenticia mediante experimento factorial en diseño completo al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft.	Sig.
Kiwicha	3	150,896	50,299	0,517	0,673	*
Sobado	1	295,021	295,021	3,033	0,091	*
Secado	1	4275,187	4275,187	43,951	0,000	*
Kiwicha * Sobado	3	1919,562	639,854	6,578	0,001	*
Kiwicha * Secado	3	73,063	24,354	0,250	0,860	N.S
Sobado * Secado	1	20,021	20,021	0,206	0,653	N.S
Kiwicha * Sobado * Secado	3	1053,896	351,299	3,612	0,024	*
Error	32	3112,667	97,271			
Total	47	10900,313				

C.V = 8,197 %

De la tabla anterior, mediante el ANVA muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, como son: el porcentaje de kiwicha, tiempo de sobado, tiempo de secado, efecto de la interacción porcentaje de kiwicha por tiempo de sobado y el efecto de la triple interacción del **porcentaje de kiwicha por tiempo de sobado por tiempo de secado** al 5% nivel de significancia.

De acuerdo a la prueba de Tukey la textura de la pasta alimenticia, a base de sémola de trigo y harina de kiwicha, con la amplitud limite significancia de 19,815 en la triple interacción de 20 % porcentaje de kiwicha, tiempo de sobado 8 min, tiempo de secado 3,5 h y la textura 126,5 N/mm².

Estos valores tienen mayor grado aceptación estadísticamente en dicha prueba realizada.

La mayoría de los métodos instrumentales desarrollados para medir características mecánicas de los alimentos se basan en la aplicación de una fuerza sobre ellos y

en el registro de su resistencia a la misma. A su vez describen el método de perfil de textura instrumental y el desarrollo de un texturómetro que marcaron un hito importante en las investigaciones de medida de la textura en los alimentos; aunque primero se incorporó la idea de registrar todo el proceso de la respuesta del alimento, obteniéndose más de una variable mecánica en un solo ensayo (Delgado, 2001).

4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se llevó a cabo el análisis estadístico correspondiente al número de respuestas correctas o incorrectas o que respuestas predomina según la percepción de la mayoría de panelistas y se llega a una conclusión acerca de la diferencia o similitud de estos productos evaluados.

Se utilizó un panel de 15 personas, semi-entrenados y la prueba se realizó, entre las 9 y 11 a.m.

4.3.1 Evaluación del color de la pasta alimenticia

Los resultados obtenidos para el atributo color se muestran en el anexo 3 de tabla 3.3 y se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de nivel de confianza.

Tabla 4.9: Análisis de varianza para el atributo color

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Ft	Significación
Panelistas	14	20,433	1,460	2,083	0,034	*
Tratamientos	3	20,067	6,689	9,545	0,000	*
Error	42	29,433	0,701			
Total	59	69,933				

C.V = 16,7 %

A través del ANVA muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos para el atributo color, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey (tabla 4.10), tomando en cuenta que las harinas de kiwicha pueden ser más claras si se les somete a una menor extracción.

Las pastas alimenticias elaboradas en la investigación por la mezcla con huevo dan una coloración amarillo claro debido a los pigmentos carotenoides responsables del color que actúa como coloración del producto.

El color es muy importante en las pastas alimenticias, ya que la mayoría de ellos artesanal o industrial, poseen un color característico por el cual el consumidor lo identifica.

Así de la investigación del color en la pasta amarillo claro por la sustitución ideal del 20% que es más aceptado por panelistas.

Se asegura que las mejores pastas son aquellas que presentan un color amarillo pálido (Delgado, 2001).

Tabla 4.10: Prueba de Tukey para el atributo color

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
2	15	4,8000		
1	15	5,4000	5,4000	
3	15		6,0667	6,0667
4	15			6,2667
Sig.		0,218	0,145	0,913

De acuerdo a la prueba de Tukey, existen diferencias significativas entre los tratamientos para el atributo color, aceptándose la hipótesis alternante variabilidad entre los tratamientos.

En consecuencia se elige al mejor tratamiento como el tratamiento tres y cuatro, pero el mejor al tratamiento cuatro por buena coloración.

El color debe ser el natural procedente de los macro y micro ingredientes utilizados como materia prima. Puesto que el color es un parámetro crítico del producto final.

Se permite la adición de B-caroteno como coadyuvante de elaboración.

4.3.2 Evaluación de olor de la pasta alimenticia

Los resultados obtenidos en el atributo olor se muestran ver anexo 3 de tabla 3.4 y se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia.

Tabla 4.11: Análisis de varianza para el atributo olor

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft	Significación
Panelistas	14	18,933	1,352	1,632	0,110	*
Tratamientos	3	17,200	5,733	6,920	0,001	*
Error	42	34,800	0,829			
Total	59	70,933				

C.V = 16,58 %

De acuerdo a dicha tabla, a través del ANVA muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos para el atributo olor, por lo tanto se realizó la

prueba de Tukey (tabla 4.12), tomando en cuenta los atributos compuestos volátiles contribuyen en aroma.

Las pastas alimenticias elaboradas en la investigación por lasustitución tienen un olor fuerte que la del comercial y aroma cereal que sustituye.

El olor es muy importante en las pastas alimenticias, ya que la mayoría de ellos agradables o desagradables, poseen un olor característico cada producto.

Se asegura que las mejores pastas son aquellas que presentan un olor característica (Delgado, 2001).

Tabla 4.12: Prueba de Tukey para el atributo olor

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	15	5,0000	
2	15	5,0000	
3	15		6,0000
4	15		6,1333
Sig.		1,000	0,978

La prueba de tukey, muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos para el atributo olor, aceptándose la hipótesis alternante variabilidad entre los tratamientos.

En consecuencia se elige al mejor tratamiento como el tratamiento tres y cuatro, pero el mejor en el atributo olor al tratamiento cuatro por ser agradable.

4.3.3 Evaluación del sabor de la pasta alimenticia

Los resultados en la investigación que muestran en el anexo 3 de tabla 3.1 y se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de nivel significancia.

Tabla 4.13: Análisis de varianza para el atributo sabor

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft	Significació n
Panelistas	14	14,233	1,017	1,306	0,245	*
Tratamientos	3	24,050	8,017	10,297	0,000	*
Error	42	32,700	0,779			
Total	59	70,983				

C.V = 0,802 %

Según la tabla anterior, a través del ANVA muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos para el atributo sabor, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey (tabla 4.14), tomando en cuenta gusto y disgusto en la pasta.

Tabla 4.14: Prueba de Tukey para el atributo sabor

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
2	15	5,0000	
1	15	5,2000	
3	15	5,2667	
4	15		6,6000
Sig.		0,841	1,000

De la tabla mencionada la prueba de Tukey, existe diferencia significativa entre los tratamientos en el sabor, aceptándose la hipótesis alternante variabilidad entre los tratamientos. Al menos uno de los tratamientos tiene el atributo sabor diferente a los demás, hay diferencia entre sí.

En consecuencia se elige el mejor al tratamiento cuatro en el atributo sabor.

4.3.4 Evaluación de la textura de la pasta alimenticia

Los resultados obtenidos y que muestra ver anexo 3 de tabla 3.2 y se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de nivel de confianza.

Tabla 4.15: Análisis de varianza para el atributo textura

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft	Significació n
Panelistas	14	21,233	1,517	2,164	0,027	*
Tratamientos	3	38,067	12,689	18,106	0,000	*
Error	42	29,433	0,701			
Total	59	88,733				

C.V = 16,17 %

De acuerdo a dicha tabla, a través del ANVA muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos, y se realizó la prueba de Tukey (tabla 4.16), tomando en cuenta; el agrietamiento es mínimo, la superficie casi lisa, no existe como las manchas y rayas, también no afectan la apariencia de las pastas y tiene aceptación del consumidor.

No existe una prueba de laboratorio estándar para juzgar cuándo la pasta está cocida. Lo mejor es evaluar la textura de la pasta cocida a través del panel de catadores.

La pegajosidad es una característica que se utiliza para evaluar la calidad de la pasta alimenticia.

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Delgado, 2001).

Tabla 4.16: Prueba de Tukey para el atributo textura

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	15	4,8000	
3	15	5,0667	
2	15	5,0667	
4	15		6,8000
Sig.		0,819	1,000

La prueba de Tukey, existe diferencia significativa entre los tratamientos en la textura, aceptamos la hipótesis alternante variabilidad entre los tratamientos en estudio.

En conclusión estadísticamente de acuerdo a los panelistas que determinaron se elige el mejor al tratamiento cuatro aspecto de la textura.

4.3.5 Evaluación del aspecto general

Se observa los resultados obtenidos y se muestra en el anexo 3 en la tabla 3.5 y se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia.

Tabla 4.17: Análisis de varianza para el aspecto general

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Ft	Significación
Panelistas	14	20,433	1,460	2,083	0,034	*
Tratamientos	3	20,067	6,689	9,545	0,000	*
Error	42	29,433	0,701			
Total	59	69,933				

C.V =16,43 %

De acuerdo a dicha tabla, a través del ANVA muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos para el atributo textura, y se realizó la prueba de Tukey (tabla 4.18), tomando en cuenta su poco áspera o nada áspera.

La pasta alimenticia se considera un buen alimento ya que la mayor parte de sus hidratos de carbono se encuentra en forma de carbohidratos complejos y no como azúcares simples fácilmente fermentables. Los carbohidratos complejos se digieren lentamente siendo en consecuencia bueno para las personas con deficiencia de insulina así como para quien trabaja intensamente o realiza ejercicios físicos durante largos periodos de tiempo.

Tabla 4.18: Análisis de varianza para el aspecto general

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
2	15	4,8000	
1	15	5,0667	
3	15	5,2000	5,2000
4	15		6,3333
Sig.		0,791	0,056

De acuerdo a dicha tabla de Tukey, existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, teniendo en cuenta su forma, tamaño, color, no presenta picaduras ni puntos blancos. En conclusión estadísticamente de acuerdo se determinaron como el mejor tratamiento, al cuatro que representa el 20 % de sustitución considerado adecuada para la pasta alimenticia.

4.4 PROCESO FINAL DE LA PASTA ALIMENTICIA

Para determinar el proceso final, se llegó al siguiente diagrama de proceso teniendo en cuenta los parámetros de control.

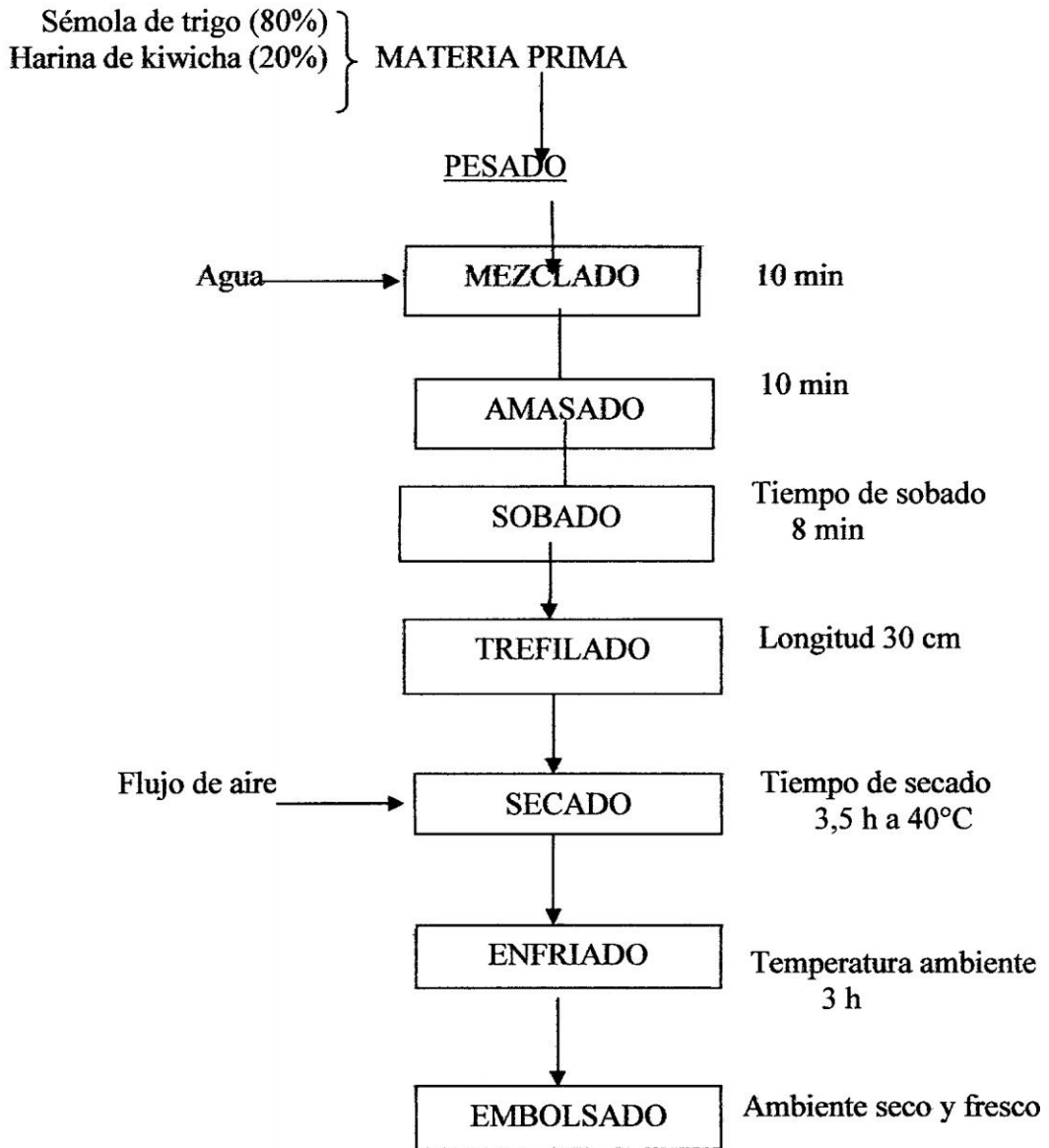


Fig. 4.1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pasta alimenticia

a) Materias primas

La adquisición de materias primas de buena calidad, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final.

b) Pesado

Se tomó en cuenta el peso establecido de las materias primas y de los insumos la finalidad de la elaboración de pasta alimenticia y determinar su rendimiento.

c) Mezclado

Sémola de trigo 80 %, harina de kiwicha 20 %, huevo, aceite, sal y bicarbonato de sodio, se mezclaron durante 10 min para lograr una uniformidad de la masa.

d) Amasado

Se procedió a amasar la mezcla con la ayuda de la maquina amasadora hasta obtener una masa homogénea y uniforme a temperatura ambiente por 10 minutos.

e) Sobado

En esta operación se obtiene una lámina de color uniforme, pulida y perfectamente homogénea. El tiempo de sobado dependerá del tipo de mezcla de harinas, así, alrededor de: para mezclas de harinas con el 20% de sustitución se tuvo un tiempo de sobado 8 minutos.

f) Trefilado

Esta operación consiste en dar forma a la pasta, introduciéndola en los cilindros cortadores hasta obtener láminas de pastas de 30 cm de longitud del mismo espesor. La pasta, dada forma se colocó sobre bandejas de superficie plana para luego ser llevadas al secador.

g) Secado

Las pastas alimenticias son colocadas en bandejas, distribuidas uniformemente y secadas. El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad del producto a 12 ó 13 % de manera que las pastas tengan un tiempo largo de vida

útil, mantengan su forma y se almacenen sin deteriorarse, por lo que esta operación es la más delicada y la más difícil ya que la pasta es higroscópica y un inadecuado secado conllevaría a una fermentación de la pasta si este fuera muy lento, o de lo contrario si fuera muy rápido se tuviera la formación de microfisuras las cuales conllevarían a la rotura de la pasta.

h) Enfriado

Una vez retirado el producto del secador, se enfría en un lugar seco y fresco. El tiempo empleado para esta fase a temperatura ambiente, varía según las condiciones climáticas, pero en general en 3 h.

i) Embolsado

El producto se coloca en fundas de polipropileno 0₈H₈₅DB con un contenido de 250 g, luego se sellan para asegurar su buena conservación e higiene durante su almacenamiento.

4.5 BALANCE DE MATERIA

El balance de materia, se realizó con la finalidad de mostrar en forma cuantitativa todas aquellas materias que ingresan y emergen del proceso. A continuación se presenta un resumen del balance de materia para cada operación realizada en la Tabla 4.19 ver anexo 4.

Tabla 4.19: Resumen del balance de materia en cada operación

Operación	Material	Entra (g)	Sale (g)	Pérdida (g)
Mezclado y amasado	sémola de trigo	4000		
	harina de kiwicha	1000		
	Huevo	164,06		
	Aceite	369,14	6965,95	0
	Sal	26,5		
	agua	1406,25		
Sobado y trefilado	masa	6965,95	6690,95	275,0
Secado	masa	6690,95	5193,27	1497,67

➤ **Rendimiento**

El rendimiento total de la producción es de 74,18 %, se considera un valor muy bueno, teniendo en cuenta las considerables pérdidas que usualmente se generan durante el proceso de trefilado y secado, la práctica se lleva a cabo con gran precisión durante todas las etapas que comprende el proceso.

4.6 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Los resultados del análisis fisicoquímico de la pasta alimenticia se muestran en la tabla 4.20. Esta pasta, por supuesto, tiene más cantidad de proteínas y mejores valores nutritivos.

Tabla 4.20: Composición fisicoquímico de pasta alimenticia en 100 g porción comestible.

Componentes	Unidad	Valores experimentales
Humedad	g	12,3
Grasa	g	12,5
Ceniza	g	3,35
Proteína	g	13,5
Fibra	g	1,96
Carbohidratos	g	56,6
Calorías	cal	392,9

a) Humedad

Como se observa en la tabla 4.20, el resultado obtenido de 12,3 %; La humedad en las pastas estudiadas se encuentra dentro de lo establecido por la norma Covenin (1994), la cual indica un máximo de 13,5 %, para pastas con harina de trigo. Esta disminución experimentada por la sustitución es importante, porque la humedad constituye uno de los controles más severos en la producción industrial y en el seguimiento de la estabilidad en almacén, debido a las implicaciones relacionadas con el tiempo de vida útil y la estabilidad química y microbiológica y el según Ministerio de Salud (2002), una pasta tiene 10,5 %, humedad, el producto obtenido tiene una humedad que están dentro del rango establecido por Covenin (1994) y la norma técnica peruana.

b) Proteínas

Según la tabla anterior, para la pasta obtenida de la sustitución parcial de sémola de trigo por harina de kiwicha, para el porcentaje de proteínas es 13,5%, para

Ministerio de Salud (2002) y la norma Covenin (1994), el contenido de proteínas en la pasta es 13,3 % y 12,5 % mínimo respectivamente estos valores son similares en cuantificación a la pasta elaborada.

Las proteínas ocupan un lugar de máxima importancia entre las moléculas constituyentes de los seres vivos. Prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia o la actividad de este tipo de molécula. Las fuentes dietéticas de proteína incluyen carnes, huevos, leguminosas y productos lácteos. Las fuentes vegetales son deficientes en algunos aminoácidos entre los que se incluyen metionina y lisina, los cuales son esenciales. Determinar el contenido proteico de los alimentos permite conocer el valor nutricional del mismo.

c) Grasa

La tabla 4.20, muestra un valor de 12,5 %, el contenido de grasa la pasta elaborada es superior a lo reportado por el Ministerio de salud (2002), que tiene 2,5 %, este valor es de una pasta comercial sin sustitución alguna con harinas diferentes al trigo. La grasa es uno de los parámetros más importantes en el control de la calidad de los alimentos, ya que contribuye a aumentar el valor nutricional de los alimentos.

d) Ceniza

Según la tabla 4.2, se obtuvo 3,35%, este valor nos indica que la pasta elaborada tiene mayor contenido en ceniza que la norma Covenin (1994), establece un 0,85% máximo para la pasta de harina de trigo y Ministerio de Salud (2002) reporta 0,6 %. La ceniza es la materia inorgánica que forma parte constituyente de

los alimentos (sales minerales). Los minerales o sales de minerales cumplen en el organismo funciones plásticas y reguladoras. Cumplen la función plástica el calcio, fósforo y el magnesio, formando parte del esqueleto, cartílagos, dientes, etc.; el Fe en la hemoglobina, C, H, O en grasas y glúcidos, y el N en las proteínas, etc. La función reguladora que cumplen los minerales se expresa en la regulación de la presión osmótica a través de las membranas celulares, mantienen la reacción alcalina, neutra o ácida de los tejidos, activan los procesos enzimáticos de la absorción y metabolismo intervienen en la función del sistema nervioso, regulando la excitabilidad y contractibilidad muscular.

e) Fibra cruda

Como se observa en la tabla 4.20, fue de 1,96 %, el contenido de fibra cruda es mayor que Ministerio de salud (2002) tiene valor de 0,4 %, un incremento de fibra en la pasta investigada y tiene puede contribuir absorción eficiente de los líquidos. Hay que considerar, en los análisis de nutrientes de la pasta, la cantidad de fibras vegetales, ya que éstas presentan algunas propiedades fisicoquímicas que potencialmente pueden afectar en forma considerable la fisiología nutritiva del hombre. Las fibras en general son capaces de absorber agua; esto produce una estructura de gel que forma una matriz en el tracto gastrointestinal de los humanos y algunos animales, afectando la digestión.

f) Carbohidratos

En la tabla anterior, se muestra el contenido de carbohidratos en la pasta es 56,6 %, y según Ministerio de Salud (2002), indica un valor de 73,8 %, la pasta

investigada tiene menor contenido en carbohidratos debido a que tiene proporción mayor en sus otros componentes y puede ser bueno en valor nutricional fundamental.

4.7 ACIDEZ DE LA PASTA

De acuerdo al análisis realizado de la pasta, se deduce que la acidez no se ve afectada por los cambios de temperatura en este tipo de producto. Como se puede ver que es 0,39 %, con una humedad de 12,3 %, estos valores obtenidos están en el establecido por la norma Técnica Peruana y Covenin (1994), reporta el valor de 0.45%, La acidez se expresara como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 15 % de humedad.

4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El estudio realizó en la tabla 4.21 muestra el contenido del total de unidades formadoras de colonia por cada gramo de muestra (Ufc/g) obtenido mediante la realización por tres días y con dos replicas para el producto.

Tabla 4.21: Contenido de Ufc/g de la pasta alimenticia.

Microorganismos	Pasta alimenticia Ufc.
Aerobios mesófilos	$2,34 \times 10^5$
Mohos y levaduras	$3,50 \times 10^2$
Coliformes totales	$<1,00 \times 10^1$

a) Recuento total mesófilos aerobios

Los mesófilos representan un aspecto general de la calidad bacteriológica del producto, una cifra excesivamente alta puede significar una contaminación

demasiado fuerte a lo largo de la fabricación, o en estado de conservación defectuosos.

Mostrando de tal manera que la pasta alimenticia se encuentran dentro de los límites establecidos por NTN-INEN1529-5 (2000), que es de $1,0 \times 10^5$ a $3,0 \times 10^5$ Ufc/g; así para la pasta elaborada es $2,50 \times 10^5$ Ufc/g, considerando que el proceso de elaboración se realizó en las condiciones de higiene adecuados.

b) Recuento de coliformes totales

Escherichia coli.

En la tabla 4.21 indica que la prueba del recuento de coliformes mostró negativa durante el tiempo que duró el ensayo, esta prueba se realizó por cuenta en placa utilizando como medio selectivo agar Chromocult, este tipo de pruebas sirven para la detección de prácticas sanitarias deficientes en el manejo y en la fabricación de los alimentos; así como de equipos. Además se comprueba la calidad de agua utilizados en las diferentes áreas del procesamiento de alimentos, cuyos valores están dentro de las especificaciones que es <3 por NTN-INEN1529-8 (2000).

c) Recuento de mohos y levaduras

Las pastas elaboradas poseen un valor de $3,50 \times 10^2$, proceso adecuado de elaboración debido a que se encuentra dentro de los rangos permitidos por NTN-INEN1529-7 (2000); que es de $3,0 \times 10^2$ a $5,0 \times 10^2$ Ufc/g.

CONCLUSIONES

- ✓ La harina de kiwicha mostró mayor contenido de proteínas, grasas, fibras crudas y cenizas que la sémola de trigo, y menor contenido de carbohidratos.
- ✓ En los parámetros de control y factores que influyen son: la formulación de 80 % sémola de trigo y 20 % harina de kiwicha, tiempo de sobado 8 min, tiempo de secado 3,5 h a 40°C; tiempo de cocción de 35 min., porcentaje de sólidos secos de 85,6 % y la textura de 126,5 N/mm².
- ✓ El panel de evaluadores tuvo mayor preferencia por el tratamiento cuatro en todos sus atributos de calidad de la pasta a partir de sémola de trigo de 80 % y harina de kiwicha 20 % en el sabor, color, olor, textura y aspecto general.
- ✓ Se determinó el balance de materia siguiendo la secuencia y se obtuvo un rendimiento de 74,18 %, que indica su adecuado proceso de elaboración de la pasta.
- ✓ La pasta elaborada en la investigación de la formulación relacionada tiene una acidez de 0,39 % con una humedad de 12,3 %, estos valores están dentro del rango de la norma Técnica Peruana en pastas secas y otras normas.
- ✓ En el análisis microbiológicos se determinó como resultados de mesófilos aerobios $2,50 \times 10^5$, mohos y levaduras $3,50 \times 10^2$ y coliformes totales $< 1,00 \times 10^1$ ufc/g. Las pastas elaboradas poseen un proceso en buenas prácticas de limpieza y se encuentra dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Peruana.

RECOMENDACIONES

- ✓ Durante el proceso de elaboración es muy importante que las harinas sean de buena calidad debido a que el almidón dañado impide la etapa de laminado, es decir, no se desarrolla la masa para la elaboración de pasta, el tiempo es mayor, el rendimiento es menor, y el producto final es defectuoso con grietas o burbujas en su superficie al momento de ser cocidas.
- ✓ Es importante la implementación de buenas prácticas de manufactura en la elaboración de todo tipo de productos farináceos que incluyan huevo en su formulación, ya que implica un alto riesgo de contaminación microbiana.
- ✓ Se recomienda el aprovechamiento de la caracterización hecha de las propiedades fisicoquímicas de la harina de kiwicha, en cuanto a contenidos de humedad, cenizas, proteína, fibra y carbohidratos, para futuras experimentaciones y/o aplicación al desarrollo de otro tipo de productos farináceos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTOGNELLI, C. The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient: a review. *J. Food Technol.* 1980; 15:121-145.
2. BELITZ.H. Química de los alimentos. Editorial Acribia Zaragoza – España. 1995. 275p.
3. BRESSANI, R. Guidelines for the development of processed and packaged weaning foods. *Food Nutr. Bull.* 1983; 5:1-20.
4. BRESSANI, R. Composition and nutritional properties of amaranth biology, Chemistry and technology, Paredes- Lopez. 1994; 5:1-20.
5. BRENNAN, J.G., BUTTERS, J.R., COWELL, N.D. y LILLY, A.E.V. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza, Acribia S.A. 1980. 540 p.
6. BUSHUK, W. Barley: Production chemistry y technology. Dpt. Of plant science. The University of Manitoba, Winnipeg, Canada. 1978
7. CASSIA, R., ORMENESE, C., LEITAO, R, F., SILVEIRA N.A., BALDINI V.L .Influencia de secagena altas temperaturenas características das masas como ovos. *Ciencia e Technol. Almen- tar;* 1998.18: 7-12.
8. CASSIA, R., ORMENESE, C., LEITAO, R.F., SILVEIRA N.A., BALDINI, V.L. Influencia da secagena alta temperaturenas características das massas com ovos. *Ciencia e Technol. Alimentar.* 1998; 18: 7-12.
9. CONSUMER. La pasta: Un Alimento básico de la dieta mediterránea.
10. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2003/08/01/63875.php>. 2009.

11. COLLAZOS, C.; WHITE, P.; WHITE, H.; VINAS, E. Y ALVISTUR, E. La composition de los alimentos de mayor consume en el Perú. 1993
12. DELGADO, R. Estudio de la calidad de una pasta de sémola tipo vermicelli elaborada semi-industrialmente. Trabajo de Grado. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Oriente, Boca de Río, Nueva Esparta, Venezuela. 2001.
13. DENDY, A. y DOBRASZCZYK, B. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 2001.
14. DE MARCANO, E., Manual de laboratorio de alimentos. UDO, Barcelona, Venezuela. 2000.
15. ÉNFASIS ALIMENTACIÓN LATINOAMÉRICA Por una Mejor Calidad Panadera".[http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content &view=article&id=1301:por-una-mejor-calidad-panadera&catid=38:publicaciones-especializadas & Itemid=56](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1301:por-una-mejor-calidad-panadera&catid=38:publicaciones-especializadas&Itemid=56) .2009.
16. GRANITO, M., TORRES, A. Y GUERRA, M., Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. Trabajo de Investigación. UCV, Caracas, Venezuela .2003.
17. GRANOTEC. Factores que afectan la calidad de la pasta. www.granotec.com 1998.
18. FAO. Anuario Estadístico Agropecuario.FAO/ONU. Roma, Italia. 1997. 1996.
19. FEILLET, P. Present knowledge on biochemical basis of pasta cooking quality. Consequence for wheat breeders. Sci. Alim. 1984. Pag. 551-566.

20. HOSENEY, C. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Acribia. Zaragoza, España. 1991. pp. 269-274..
21. HURTADO, M.L, ESCOBAR, P. y ESTÉVEZ, A.M. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo "snack". Arch. Latinoam. Nutr. 2001. 51:303-308.
22. INDAA. Caracterización de producto andino, serie técnica, mayo. Lima-Perú 1990.
23. JENKINS, D.J.A, and JENKINS, A.L, WOLEVER, T.M.S, COLLIER, G.R, RAO, A.V. y THOMPSON L.U. Starchy foods and fiber: reduced rate of digestion and improved carbohydrate metabolism.Scand.J Gastroenterol. 1987. 22:131-141.
24. JIRAPA, P., NORMAN, H., ZAMALIAH, M., ASMAH, R. y MOHAMAD, K. Nutritional quality of germinated cowpea flour (*Vigna unguiculata*) and its application in home prepared powdered weaning foods. Plant Food Human Nutr. 2003. 56:203-216.
25. KENT, N. Tecnología de los cereales; tercera edición, Zaragoza, Acribia S.A. 1987.
26. MAZZA, G. Alimentos funcionales, primera edición, Editorial Acribia S.A. Zaragoza España .1998.pp 291- 397.
27. PAREDEZ-LOPEZ O. Food proteins from emerging seed sources, New and Developing sources of food proteins, Hundson, B, J., London, UK:Chapman & Hall. 1994. Pp. 241-279.

28. PHPPF “Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (Maíz, Quinoa y Cebada) y Papas ecuatorianas como Sustitutos Parciales del Trigo Importado para la elaboración de Pan y Fideos.
29. RODRÍGUEZ, M. Las pastas alimenticias” Disponible en: <http://www.consumereroski.mht>. 2000.
30. QUINDE, J, Z. Determinación de parámetros de malteo y su efecto en la composición química de la kiwicha, Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM Lima- Perú.1995. pp.3-37.
31. SAUNDERS, R, M. AND BECKER R. Amaranthus a potential food and feed resource, American Association of Cereal Chemists. 1984. Pp.357-396.

PAGINAS WEB:

- ✓ AYALA, D, C. la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) [http:// www. Portalagrario. Gob.pe/ agricola/pro-andi- kiwicha amaranthus caudatus.html](http://www.Portalagrario.Gob.pe/agricola/pro-andi-kiwicha-amaranthus-caudatus.html).2005.
- BRUME y MOUNSTERGAN. El Amaranthus <http://es.Wikipedia.org/wiki/Amaranthus>.1992.
- ✓ CASTILLA. *Amaranthus caudatus*. [http:// www. Yanuq.com/Articulos publicados/ kiwicha.htm](http://www.Yanuq.com/Articulos-publicados/kiwicha.htm). 1986.
- ✓ CARRASCO. Kiwicha o Amaranto [http://www.Esmiperu.blogspot.com/2007/01/amaranthus kaudatus.html](http://www.Esmiperu.blogspot.com/2007/01/amaranthus-kaudatus.html).1992
- ✓ Determinación de microorganismos mohos y levaduras NTN-INEN1529-7. (2000).
- ✓ Determinación de coliformes totales. NTN-INEN1529-8. (2000).
- ✓ Determinación de la cantidad microorganismos Aerobios mesófilos. NTN-INEN1529-5. (2000).
- ✓ Normas Venezolanas COVENIN 283: Pastas Alimenticias.1994.
- ✓ Tabla de composición de alimentos industrializados ministerio de salud instituto nacional de salud centro nacional de alimentación y nutrición Lima-Perú. 2002.
- ✓ KENT, Alimentos orgánicos [http://www.intermasa/agroindustriaexportacionproductos orgánicos](http://www.intermasa/agroindustriaexportacionproductos-organicos). 2013.
- ✓ PAREDES, C. Nutrición. Primera edición CONCYTEC, Perú. 2000.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 1.1: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Se utilizó el método sugerido por la norma COVENIN 1156-79, la cual se describe a continuación:

Se colocaron 3 g de muestra en luna de reloj previamente limpios, secos y tarados, posteriormente se introdujeron en una estufa a temperatura de 103 ± 2 °C durante 2 horas. El porcentaje de humedad fue determinado por diferencia de peso entre la muestra húmeda y la muestra secada en la estufa.

Cálculos:

$$\% \text{Humedad}(H) = \frac{\text{muestrahúmeda}(g) - \text{muestra seca}(g)}{\text{muestrahúmeda}(g)} \times 100$$

La siguiente foto muestra a la mufla utilizada para el presente ensayo, cuya marca es HOT AIR OVEN modelo YCO-0100.

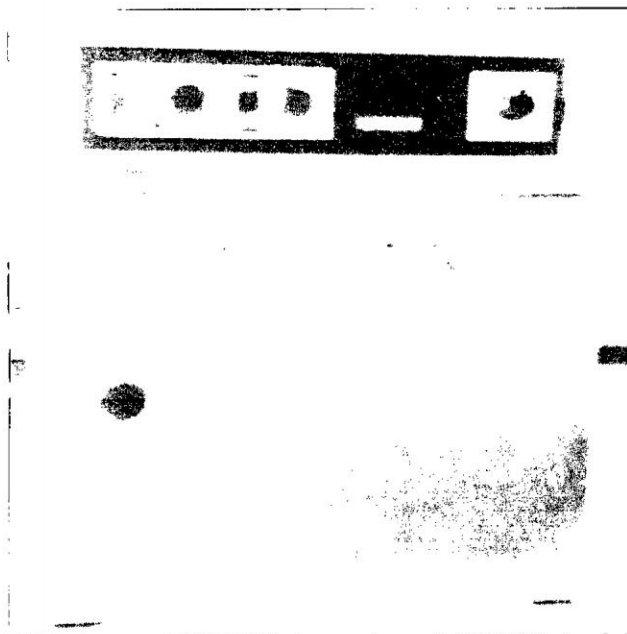


Figura 1: La estufa

Referencia: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – **Pastas Alimenticias.**

ANEXO 1.2: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE CENIZA

El método recomendado por la norma COVENIN 1783-81, cual se describe a continuación:

Se colocaron 3g de muestra en crisoles previamente limpios, secos y tarados; luego se introdujeron en una mufla a 550°C hasta la obtención de cenizas blancas.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

Cálculos:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{masa cenizas (g)}}{\text{masa muestra (g)}} \times 100$$

Referencias: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – **Pastas Alimenticias.**

ANEXO 1.3: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE GRASA

Se utilizó el método sugerido por la norma COVENIN 1785-81, el cual se describe a continuación:

Para extraer la grasa, se colocaron 2 g de muestra libre de humedad, en un dedal de extracción; luego se colocó en un extractor soxhlet del equipo de extracción de grasa, usando hexano como solvente para someterse a reflujo durante 2 horas, aproximadamente. Después de evaporar el solvente, el residuo obtenido fue secado y pesado. El contenido de grasas en la muestra se calculó como:

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso balon} + \text{grasa}) - (\text{Peso balon vacío})}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

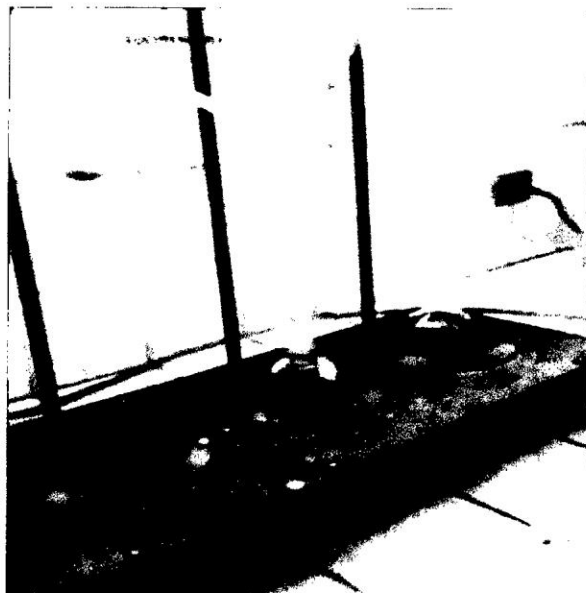


Figura 2: Equipo extractor soxhlet

Referencia: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – **Pastas Alimenticias.**

ANEXO 1.4: MÉTODOPARA DETERMINACIÓNDE PROTEÍNA

Según los métodos sugeridos por la norma COVENIN 1195-95, el cual se describe a continuación:

Se tomaron 2g de muestra y se sometió a digestión durante 3 horas, en el equipo de digestión de proteínas, con ácido sulfúrico en ebullición en presencia de una mezcla de sulfato de cobre y sulfato de potasio, como catalizadores. El residuo se enfrió, se disolvió con agua destilada y se colocó en el destilador de nitrógeno, donde se le

agregó hidróxido de sodio (18 eq-g/l) y el amonio presente se destiló, recogiendo en una solución de ácido bórico que contenía una mezcla de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre).. El destilado fue titulado con una solución de ácido clorhídrico estandarizado (0,1069N). De la determinación cuantitativa se calcula el nitrógeno total y la proteína cruda contenidos en el material bajo ensayo, expresada ésta como un porcentaje de la muestra original. El contenido de nitrógeno se calculó según la siguiente fórmula:

Cálculos:

$$\% N_2 = \frac{ml\ HCl \times N\ HCl \times 0,014}{peso\ de\ muestra} \times 100$$

$$\% \text{ PROTEÍNAS } = \% \text{ NITRÓGENO } \times F$$

F: factor proteico (6,25 para vegetales)



Figura 3: Equipo de digester kjeldahl

Referencias: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – **Pastas Alimenticias.**

ANEXO 1.5: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

Se determinó por el método recomendado por la norma COVENIN 1789-81, el cual se describe a continuación:

Se tomaron 2 g de muestra, libre de humedad y grasa, y se digirió primero con una solución ácida y luego con una solución básica, utilizando solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1,25% y solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1,25%. El residuo insoluble, lavado y filtrado se recogió en un crisol y se secó en la estufa a 105°C, hasta peso constante (alrededor de 2 horas). Luego se incineró en la mufla a 600°C por 3 horas hasta destrucción total de la materia orgánica; para nuevamente enfriarlo y pesarlo. El contenido de fibra cruda se calculó como:

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{\text{peso a } 100^{\circ}\text{C} - \text{peso a } 600^{\circ}\text{C}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$



Figura 4: Equipo de digestión de la fibra cruda

Referencias: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – Pastas Alimenticias.

ANEXO1.6: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

Descripción del método:

Se obtiene por diferencia, restando la suma de los porcentajes de humedad (H), cenizas (C), grasa (G), fibra (F) y proteínas (P) del 100%.

Esto incluye, además los almidones y azúcares que el organismo utiliza completamente; así como los menos aprovechables.

$$\% \text{ Carbohidratos totales} = 100\% - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Extracto etéreo} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Fibra bruta})$$

ANEXO 1.7: DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

La acidez expresada como porcentaje de ácido láctico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidolactico} = \frac{\text{volumenNaOH} \times \text{NormalidadNaOH} \times 0,09}{\text{pesodelamuestra}} \times 100$$



Figura 5: Determinación de acidez de pasta

Referencias: Normas Venezolanas COVENIN 283:1994 – Pastas Alimenticias.

ANEXO 1.8: FIGURAS DE PROCESAMIENTO DE LA PASTA ALIMENTICIA



Figura 6: Materias primas

figura 7: Mezclado

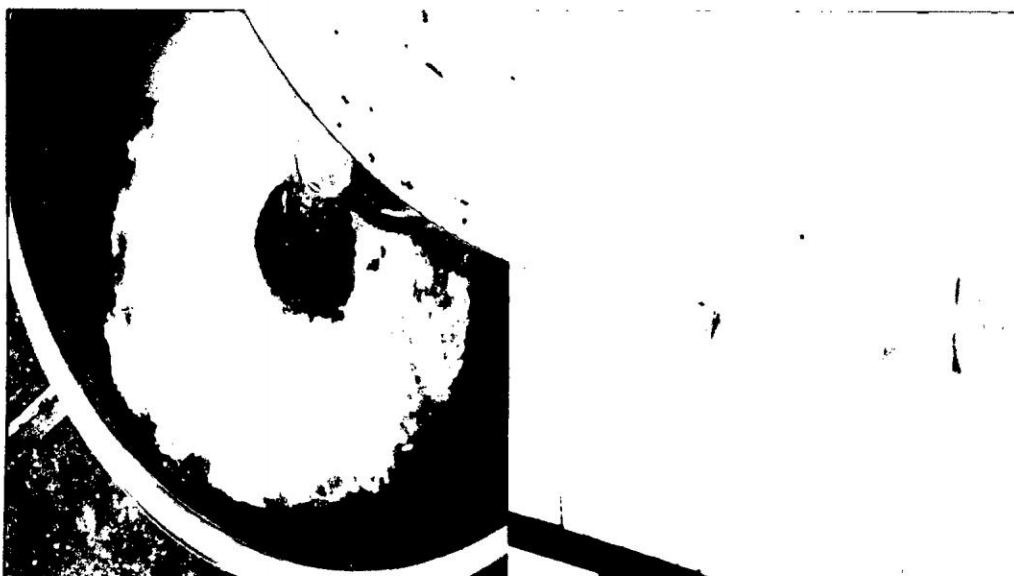


Figura 8: Amasado

Figura 9: Masa

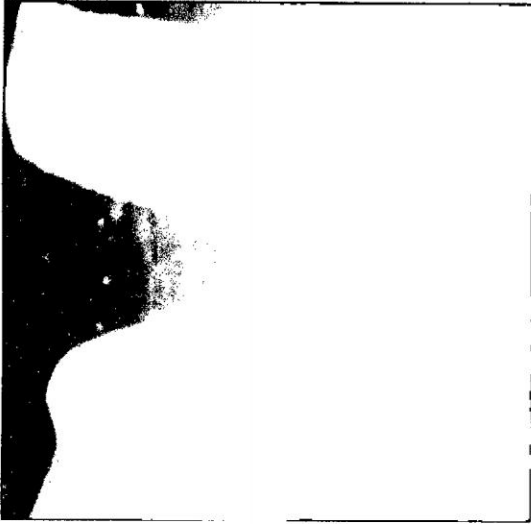


Figura 10: Sobado



Figura 11: Trefilado



Figura 12: Secado



Figura 13: cocción

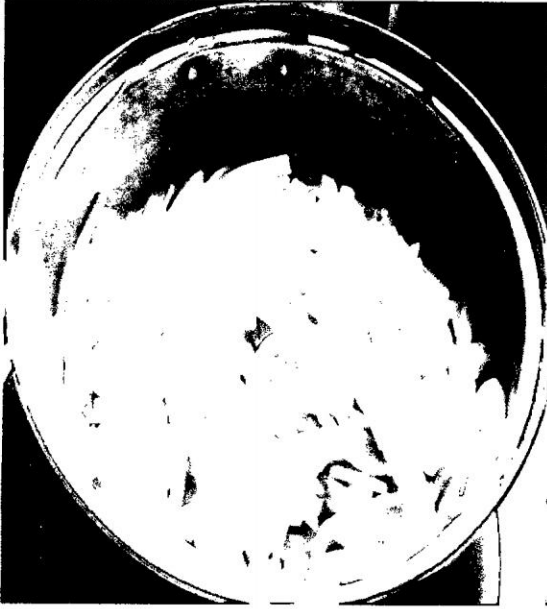


Figura 14: Pasta cocida



Figura 15: Líquido remanente



Figura 16: Degustación de panelistas

ANEXO 2: PRUEBA DE ANÁLISIS SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE PASTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA



ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRUEBA DE ANÁLISIS SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE PASTAS
ALIMENTICIAS ELABORADAS A PARTIR DE SUSTITUCIÓN PARCIAL
DE SÉMOLA DE TRIGO POR HARINA DE KIWICHA

Nombre:...

Fecha:...

INTRUCCIONES: Sírvase degustar la muestra T1, luego enjuagase la boca. Proceda con la muestra T2 luego enjuagase la boca. Proceda con la muestra T3 y por último con la muestra T4. Marque con un aspa en donde Ud. cree conveniente.

Sabor

Descripción	T1	T2	T3	T4
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Ligeramente bueno				
Regular				
Ligeramente malo				
Malo				
Muy malo				
Pésimo				

Textura

Descripción	T1	T2	T3	T4
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Ligeramente bueno				
Regular				
Ligeramente malo				
Malo				
Muy malo				
Pésimo				

Color

Descripción	T1	T2	T3	T4
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Ligeramente bueno				
Regular				
Ligeramente malo				
Malo				
Muy malo				
Pésimo				

Olor

Descripción	T1	T2	T3	T4
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Ligeramente bueno				
Regular				
Ligeramente malo				
Malo				
Muy malo				
Pésimo				

Aspecto general

Descripción	T1	T2	T3	T4
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Ligeramente bueno				
Regular				
Ligeramente malo				
Malo				
Muy malo				
Pésimo				

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**ANEXO 3: RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA
PASTA ALIMENTICIA**

Tabla 3. 1: Sabor

JUECES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	5	4	7	8
2	5	6	5	7
3	6	5	5	7
4	4	5	5	7
5	4	3	6	6
6	5	4	3	7
7	6	6	6	6
8	5	6	3	7
9	6	5	6	6
10	5	5	6	7
11	6	6	7	7
12	5	3	5	6
13	4	6	5	7
14	6	6	5	6
15	6	5	5	7

Tabla 3.2: Textura

JUECES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	5	6	7	7
2	6	6	5	7
3	5	4	6	6
4	6	6	6	8
5	4	4	5	6
6	5	4	4	5
7	5	5	5	7
8	4	6	5	7
9	5	4	6	7
10	5	6	6	7
11	5	4	5	7
12	3	6	5	7
13	5	4	3	8
14	3	6	3	7
15	6	5	5	6

Tabla 3.3: Color

TRATAMIENTOS				
JUECES	T1	T2	T3	T4
1	7	5	7	7
2	6	6	5	5
3	5	4	6	7
4	6	4	6	6
5	3	4	5	7
6	7	6	6	6
7	4	6	6	7
8	6	5	6	7
9	6	6	5	5
10	5	5	7	6
11	6	5	7	7
12	5	4	7	7
13	6	5	6	7
14	3	3	7	6
15	6	4	6	7

Tabla 3.4: Olor

TRATAMIENTOS				
JUECES	T1	T2	T3	T4
1	6	7	7	7
2	5	6	5	6
3	3	6	6	6
4	6	5	5	7
5	3	4	5	6
6	5	5	7	6
7	5	5	7	6
8	6	5	7	7
9	5	6	5	7
10	6	4	6	5
11	5	5	5	7
12	5	5	6	8
13	5	5	5	6
14	3	4	7	6
15	7	3	7	7

Tabla 3.5: Aspecto general

JUECES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	4	3	7	7
2	5	4	5	7
3	5	5	7	5
4	6	6	6	6
5	3	4	5	7
6	5	4	2	7
7	5	6	5	6
8	6	5	7	7
9	6	7	6	6
10	5	6	6	6
11	4	7	5	6
12	6	5	4	7
13	5	4	5	7
14	6	3	3	6
15	5	3	5	7

DESCRIPCION	PUNTUACION
excelente	9
muy bueno	8
bueno	7
ligeramente bueno	6
regular	5
ligeramente malo	4
malo	3
muy malo	2
pésimo	1

ANEXO 4: BALANCE DE MATERIA

El balance de materia, se realizó con la finalidad de mostrar en forma cuantitativa todas aquellas materias que ingresan y emergen en el proceso. A continuación se muestra el balance de materia para cada operación:

➤ Balance durante las operaciones de mezclado, amasado, trefilado y moldeo.

A. Sémola de trigo = 4000 g

B: Harina de kiwicha = 1000 g

C: Huevo = 164,06 g

D: Aceite = 369,14 g

E: Sal = 26,5 g

F: Agua = 1406,25 g

Para trabajar unidades homogéneas fue necesario calcular las densidades de:

Agua = 1 g/cm³

Huevo = 1,05 g/cm³

Aceite = 0,945 g/cm³

BASE DE CÁLCULO: 7000 g

Ecuación General:

A+B+C+D+E+F = G

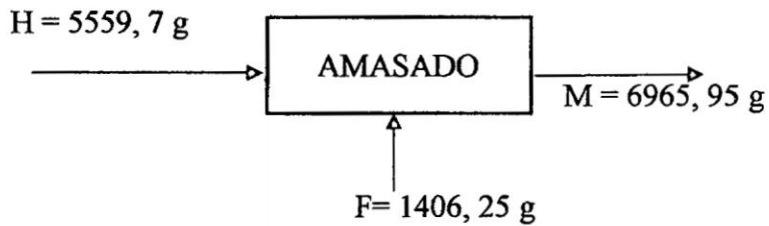
Para sintetizar términos se empleó la siguiente ecuación auxiliar:

A+B+C+D+E = H

Dónde:

H = es equivalente a los sólidos en la mezcla.

➤ **Balance durante el mezclado y amasado.**



$$H + F = G$$

$$5559,7 \text{ g} + 1406,25 \text{ g} = 6965,95 \text{ g}$$

$$G = 6965,95 \text{ g}$$

$$P = G - M$$

$$P = 7000 \text{ g} - 6965,95 \text{ g}$$

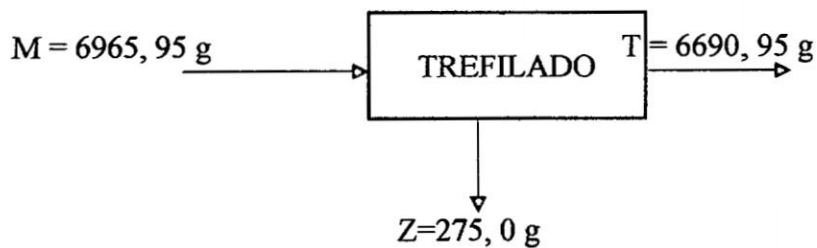
$$P = 34,05 \text{ g}$$

Donde:

P = Pérdidas

M = Cantidad en gramos a la salida de la mezcladora

➤ **Balance durante el sobado y trefilado.**



$$M - Z = T$$

$$6965,95 \text{ g} - 275,0 \text{ g} = 6690,95 \text{ g}$$

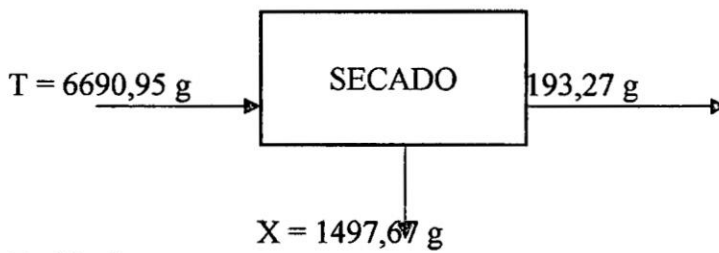
$$T = 6690,95 \text{ g}$$

Dónde:

Z = Pérdidas

T = Cantidad en gramos a la salida del trefilador

➤ **Balance durante el secado.**



$$T - X = L$$

$$6690,95 \text{ g} - 1497,67 \text{ g} = 5193,27 \text{ g}$$

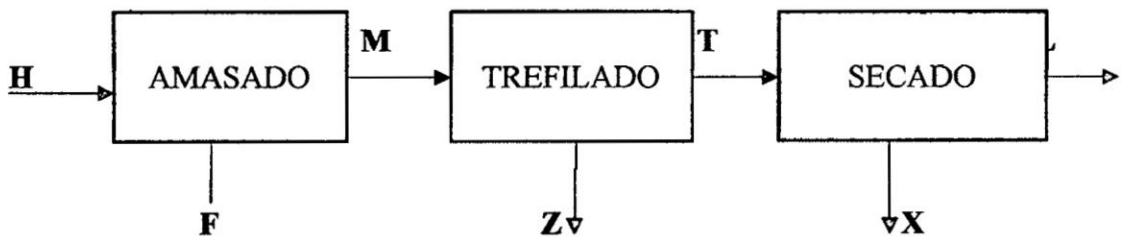
$$L = 5193,27 \text{ g}$$

Donde:

X = Cantidad de agua evaporada.

L = Pasta seca.

BALANCE GENERAL



DONDE:

H = Sólidos en la mezcla. = 5559,7 g

F = Agua utilizada = 1406,25 g

M = Cantidad en gramos a la salida de la mezcladora = 6965,95 g

Z = Pérdidas en la trefilación = 275,0 g

T = Cantidad en gramos a la salida del extrusor = 6690,95 g

X = Cantidad de agua evaporada. = 1497,67 g

L = Pasta seca = 5193,27 g

RENDIMIENTO

El rendimiento de la producción se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{peso final} * 100}{\text{Peso inicial}}$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{5193,27 \text{ g} * 100}{7000 \text{ g}} = 74,18 \%$$

Donde:

Peso final = corresponde al peso de la pasta obtenida después de haber realizado las operaciones de amasado, trefilado y secado.

Peso inicial = corresponde al peso de la masa antes de ser sometida a las operaciones de amasado, trefilado y secado.

ANEXO 5: NORMATÉCNICA PERUANA DE PASTAS ALIMENTICIAS

TABLA 1 AGREGADO DE VITAMINAS Y MINERALES

CARACTERISTICAS	LIMITE			METODO DE ENSAYO
	Mínimo	Promedio	Máximo	
TIAMINA mg/kg	1,2	1,5	1,8	COVENIN 2381
RIBOFLAVINA mg/Kg	1,6	2	2,4	COVENIN 1184
NIACINA mg/kg	16	20	24	COVENIN 1185
*HIERRO mg/kg	16	20	24	COVENIN 1170

* La fuente de hierro a utilizar preferiblemente será bajo la forma de fumarato ferroso, quedando abierta la posibilidad de utilizar el Lactato, Gluconato, Sacarato o cualquier otra fuente de hierro que garantice un nivel de absorción equivalente al que ofrece el fumarato ferroso, previa notificación al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS (a nivel de planta)

Características	Pastas sin huevo				Pastas con huevo				Método de ensayo
	n	c	m	M	n	c	m	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g)	5	2	1,0X10 ³	1,0X10 ⁶	5	2	1,0X10 ³	1,0X10 ⁶	COVENIN 902
Escherichia coli (NMP/g) (1)	5	2	9	93 (**)	5	2	9	93 (**)	COVENIN 1104
Mohos () ufc/g	5	2	1,0X10 ³	1,0X10 ⁴	5	2	1,0X10 ³	1,0X10 ⁴	COVENIN 1337
Staphylococcus aureus ufc/g	5	1	1,0X10 ²	1,0X10 ³	5	1	1,0X10 ²	1,0X10 ³	COVENIN 1292
Salmonella	5	0	0	-----	10	0	-----	-----	COVENIN 1921

Donde: n= Número de muestras del lote
 c= Número de muestras defectuosas
 m= Límite mínimo
 M= Límite máximo

(1) = Según la técnica del número más probable, serie de tres tubos.

(*) = Con carácter de recomendación, según la norma COVENIN 409

(**) = Este valor significa que en la tabla del NMP para tres tubos (2-0-0) corresponde a 9 y (3-2-0) corresponde a 93.

TIPO DE PASTAS ALIMENTICIAS LARGAS

TIPOS	DIAMETRO (mm)	FORMA
Vermicelli (fino)	de 1,0 a 1,5	Cilíndrica maciza
Espaguetti ni (mediano)	de 1,6 a 2,0	Cilíndrica maciza
Espaguetti (grueso)	mayor de 2,0	Cilíndrica maciza
Bucatini	2,5 a 4,0	Cilíndrica hueca
Macarroncito	4,1 a 6,0	Cilíndrica hueca
Macarrón	6,1 a 8,0	Cilíndrica hueca
Linguini	-----	Plana maciza
Tallarín	-----	Plana maciza
Lasagna	-----	Plana maciza

TIPO DE PASTAS ENROSCADAS

TIPO	DIMENSIONES	FORMA
Cabello de Angel	hasta 0,9 mm	Cilíndrica maciza
Fideo fino	1,0 a 1,5 mm	Cilíndrica maciza
Fideo mediano	1,6 a 2,0 mm	Cilíndrica maciza
Fideo grueso	Mayor 2,0 mm	Cilíndrica maciza
Cinta delgada	Ancho hasta 5,0 mm	Plana maciza
Cinta mediana	Ancho 6 a 10 mm	Plana maciza
Cinta ancha	Ancho mayor a 10 mm	Plana maciza

TABLA 2 Requisitos microbiológicos para las Pastas alimenticias o fideos secos

Microorganismo	n	c	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos u/c/g	3	1	1.0×10^1	3.0×10^1	NTE INEN 1529-5
NMP de coliformes /g	3	1	25	1.0×10^2	NTE INEN 1529-6
NMP de coliformes fecales /g	3	0	< 3	-	NTE INEN 1529-8
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva/g	3	0	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-14
Recuento de Mohos y levaduras/g	3	1	3.0×10^2	5.0×10^2	NTE INEN 1529-10
Detección de salmonella/ 25 g	3	0	0	-	NTE INEN 1529-15

En donde

- n número de muestras del lote que deben analizarse
- c número de muestras defectuosas que se acepta
- m límite de aceptación
- M límite de rechazo

REQUISITOS QUIMICOS

Características	Humedad (% max)	Cenizas (1) (% max)	Proteínas (1) (% min)	Acidez (2) (% max)	Colesterol (mg/kg min)
Método de Ensayo	COVENIN 1553	COVENIN 1783	COVENIN 1195	COVENIN 1787	ver pto 8.1
Tipo de pastas					
Sémola durum de trigo	13,5	1	12,8	0,08	no aplica
Sémola de trigo	13,5	0,50	10,5	0,08	no aplica
Sémola durum y sémola	13,5	0,95	10,7	0,08	no aplica
Harina de trigo	13,5	0,85	10,5	0,11	no aplica
Sémola durum y harina de trigo	13,5	0,98	10,7	0,11	no aplica
Sémola y harina de trigo	13,5	0,83	10,5	0,11	no aplica
Al huevo	13,5	1,20	12,5**	0,08	600
Con vegetales	13,5	1,50**	10,0**	0,08	no aplica
Con harina integral de trigo	13,5	2,0	10,5	0,15	no aplica
Con gluten, soya y otras fuentes proteínicas	13,5	1,10	18,0	0,08	no aplica
Maíz, arroz u otro cereal diferente al trigo	13,5	-----	10,5	10,5	no aplica
Rellena	11,0	2,66**	12,0**	0,12	no aplica

(1) Porcentaje expresado en base seca, (2) Porcentaje expresado como ácido sulfúrico

** Requisito con carácter de recomendación. ** El contenido de proteínas y/o cenizas variara de acuerdo a la(s) materia(s) prima(s) utilizada(s)

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las pastas alimenticias o fideos.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a todas las clases de pastas alimenticias o fideos, se incluye a las pastas o fideos frescos

3. DEFINICIONES

3.1 Pastas alimenticias o fideos. Con la denominación genérica de pastas alimenticias o fideos, se entiende los productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/u extrusión y a una posterior desecación, según su clase.

3.2 Pastas alimenticias o fideos simples. Son los productos definidos en 3.1 sin la adición de ningún otro ingrediente.

3.3 Pastas alimenticias o fideos compuestos. Son los productos definidos en 3.1 a los que se les ha incorporado en el proceso de elaboración alguna o varias de las siguientes sustancias comestibles: gluten, soya, huevos frescos o deshidratados, leche, verduras frescas, desecadas o en conserva, jugos y extractos.

3.4 Pastas alimenticias o fideos rellenos. Son los productos definidos en 3.1 simples o compuestos que contienen en su interior un preparado elaborado con una o varias de las siguientes sustancias comestibles: carne de animales de abasto, grasas de animales o vegetales, productos de pesca, verduras, huevos frescos o deshidratados, derivados lácteos u otras sustancias comestibles aprobadas por la autoridad sanitaria competente, con la adición de especias y condimentos autorizados.

3.5 Pastas o fideos especiales. Son los productos obtenidos por la mezcla de derivados del trigo y/u otras farináceas, aptas para el consumo humano, y/u adicionados otros ingredientes permitidos, excepto aquellos que sean usados para enmascarar defectos físicos y sabores no deseados.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Por su contenido de humedad

4.1.1 Pastas alimenticias o fideos frescos. Son las pastas alimenticias que presentan aspecto homogéneo y caracteres organolépticos normales, con una humedad máxima de 28 %

4.1.2 Pastas alimenticias o fideos secos. Son las pastas alimenticias sometidas a un adecuado proceso de desecación. Deben presentar un aspecto homogéneo, caracteres organolépticos normales y tener una humedad máxima de 14 %.

4.2 Por su forma

4.2.1 Pastas alimenticias largas o fideos largos. Tallarines, espagueti, fettuccini, y otros

4.2.2 Pastas alimenticias cortas o fideos cortos. Su nombre deriva, generalmente, de la figura formada y que tienen una longitud menor a 6 cm; lazos, codito, caracoles, conchitas, tornillo, macarrón, letras, números, animalitos y otros

4.2.3 Pastas alimenticias enroscadas o fideos enroscados. Son las pastas alimenticias o fideos largos que tienen forma de roca, nido, madeja o espiral.

4.3 Por su composición

4.3.1 Pastas alimenticias con huevo o fideos con huevo o al huevo. Son las pastas a las cuales, durante el proceso, se les incorpora como mínimo, dos huevos frescos, enteros o su equivalente en huevo congelado, deshidratado, por cada kilogramo de harina, debiendo tener un contenido de por lo menos 350 mg/kg de colesterol; calculado sobre sustancia seca, en la pasta.

4.3.2 Pastas alimenticias con vegetales o fideos con vegetales. Son las pastas alimenticias a las cuales durante el proceso se les agrega vegetales frescos, deshidratados o congelados o en conserva, jugos y extractos como: zanahorias, remolachas, espinacas, tomates, pimientos o cualquier otro vegetal aprobado por la autoridad sanitaria competente.

4.3.3 Pastas alimenticias de sémola de trigo durum, o fideos de sémola de trigo durum. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola de trigo durum.

4.3.4 Pastas alimenticias de sémola o fideos de sémola. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola.

4.3.5 Pastas alimenticias de sémola de trigo durum y sémola o fideos de sémola de trigo durum y sémola. Son las pastas alimenticias elaboradas con la mezcla de sémola de trigo durum y sémola.

4.3.6 Pastas alimenticias de harina de trigo o fideos de harina de trigo. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con harina de trigo enriquecida con vitaminas y minerales.

4.3.7 Pastas alimenticias de mezclas o fideos de mezclas. Son las pastas alimenticias elaboradas con mezclas de harina con sémola o semolina de trigo, agua potable, con la adición de otras sustancias de uso permitido.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 El producto debe elaborarse en condiciones apropiadas, cumpliendo con las normas sanitarias vigentes.

5.2 El color debe ser el natural procedente de los macro y micro ingredientes utilizados como materia prima.

5.3 Se permite la adición de B-caroteno como coadyuvante de elaboración.

5.4 Las pastas alimenticias con vegetales agregados demostrarán, al examen microscópico de la pasta cocida, una distribución homogénea del vegetal añadido y la estructura histológica del mismo.

5.5 El contenido de sólidos totales o extracto seco proveniente de los vegetales será mínimo 3 %.

5.6 Se permite la adición de fosfato disódico en una dosis mínima de 0,5 % y máxima de 1,0 % en peso de harina

5.7 Las pastas frescas deben mantenerse en refrigeración y consumirse dentro de las 48 horas siguientes a su elaboración.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 Las pastas alimenticias deben elaborarse con harinas u otros derivados del trigo que cumplan con lo especificado en la NTE INEN 616.

6.1.2 Las pastas alimenticias ensayadas de acuerdo a las normas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos para las Pastas Alimenticias

Requisito	Mín	Máx	Método de ensayo
Humedad, pastas frescas, %	-	28,0	NTE INEN 518
Humedad, pastas secas, %	-	14,0	NTE INEN 518
Cenizas, sobre sustancia seca %			NTE INEN 520
100% sémola de trigo durum	1,00	1,20	
100% sémola de trigo	-	0,55	
Mezcla con mínimo 50% de sémola de trigo	-	0,90	
100% harina de trigo	-	0,85	
Al huevo	-	1,20	
Con vegetales	-	1,50	
Con harina integral de trigo	-	2,00	
Con gluten, soya y otras fuentes proteicas	-	1,10	
Rellena	-	2,60	
Proteína, sobre sustancia seca, %			NTE INEN 519
100% sémola de trigo durum	12,0	-	
100% sémola de trigo	10,5	-	
Mezcla con mínimo 50 % de sémola de trigo	10,7	-	
100% harina de trigo	10,5	-	
Al huevo	12,5	-	
Con vegetales	10,0	-	
Con harina integral de trigo	10,5	-	
Con gluten, soya y otras fuentes proteicas	18,0	-	
Rellena	12,0	-	
Acidez, como ácido láctico, %	-	0,45	NTE INEN 521
Colesterol*, sobre sustancia seca, mg/kg	350	-	
* solamente para pasta con huevo			

ANEXO 6: PRUEBA DE COCCIÓN

Someter a cocción por 35 minutos y 91°C, 100 g de pasta en un litro de agua hirviendo y 10 g de sal. Al término de la cocción se determinó: Pérdida de sólidos en el agua de cocción. Se toman 50 mil. de agua remanente y se coloca en una placa petri previamente pesada, luego será llevada a una estufa 120°C por 16 horas, al cabo del cual se volverá a pesar la placa y la diferencia se multiplicará por 20, obteniéndose el porcentaje de sólidos totales.

Incremento de peso: se determinará tomando el peso de la pasta y llevándolo a porcentaje con respecto al peso inicial.