

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA PASTA ENRIQUECIDA CON
HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium Pallidicaule*) Y HARINA DE CHÍA
SEMIDESGRASADA (*Salvia Hispanica L.*)”**

PRESENTADO POR:

Bach. ALVAREZ SAAVEDRA LUIS ALEJANDRO y

Bach. AVALOS PAICO YULI MILUSKA

ASESOR:

Mg. JORGE DOMÍNGUEZ CASTAÑEDA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: “**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA PASTA ENRIQUECIDA CON HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium Pallidicaule*) Y HARINA DE CHÍA SEMIDESGRASADA (*Salvia Hispanica L.*)**”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. LUIS ALEJANDRO ALVAREZ SAAVEDRA y Bach. YULI MILUSKA AVALOS PAICO, que tienen como asesor al docente Ms. JORGE DOMÍNGUEZ CASTAÑEDA designado por Resolución Decanal N° 401-2016-UNS-F, ha sido revisado y aprobado el día 10 de agosto del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante Resolución N° 120-2018-UNS-CFI:

Dra. Elza Aguirre Vargas

Presidente

Ms. Jorge Domínguez Castañeda

Secretario

Ing. Vicente Carranza Varas

Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 10 de Agosto del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 120-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elsa Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Ing. Vicente Carranza Varas** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA PASTA ENRIQUECIDA CON HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium Pallidicaule*) Y HARINA DE CHÍA SEMIDESGRASADA (*Salvia Hispanica L.*)”, elaborado por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

➤ **LUIS ALEJANDRO ALVAREZ SAAVEDRA**

➤ **YULI MILUSKA AVALOS PAICO**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. JORGE DOMÍNGUEZ CASTAÑEDA**, según **R.D. N° 401-2016-UNS-FI**. Finalizada la sustentación, el (os) tesisistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LUIS ALEJANDRO ALVAREZ SAAVEDRA	16	Regular

Siendo la 12:00 pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 10 de agosto del 2018.

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario

Ing. Vicente Carranza Varas
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 10 de Agosto del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 120-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elsa Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Ing. Vicente Carranza Varas** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA PASTA ENRIQUECIDA CON HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium Pallidicaule*) Y HARINA DE CHÍA SEMIDESGRASADA (*Salvia Hispanica L.*)”, elaborado por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

➤ **LUIS ALEJANDRO ALVAREZ SAAVEDRA**

➤ **YULI MILUSKA AVALOS PAICO**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. JORGE DOMÍNGUEZ CASTAÑEDA**, según **R.D. N° 401-2016-UNS-FI**. Finalizada la sustentación, el (os) tesisistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
YULI MILUSKA AVALOS PAICO	16	Regular

Siendo la 12:00 pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 10 de agosto del 2018.

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario

Ing. Vicente Carranza Varas
Integrante

DEDICATORIA

*A **DIOS**, por guiar mis pasos, estar siempre en cada momento de mi vida, por darme las fuerzas de seguir adelante y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*A mis padres **Nicólas** y **Sabina**, que con su amor, guía, esfuerzo y dedicación han hecho de mí la persona que soy.*

*A la nueva estrella, **Antonia**, que siempre guíes mis pasos desde el cielo.*

YULIA A.

*A **Dios** por la vida, por guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y estar siempre conmigo en cada momento de mi vida.*

*A mis adorados padres **Alberto** y **Flor**, que gracias a sus esfuerzos y sacrificios supieron guiarme y apoyarme por el camino del éxito profesional, con mucho amor y comprensión.*

*A mis amados hijos, **Mathias** y **Flavia**, quienes son el motor de mi vida y me dan las fuerzas para seguir adelante, gracias por formar parte importante de mi vida, los amo.*

ALEJANDRO A.

AGRADECIMIENTO

De manera especial a nuestro asesor Mg. Jorge Domínguez Castañeda, por su dedicación a nuestro trabajo de investigación, con su apoyo crítico constructivo dirigido a mejorar y culminar el presente trabajo.

A los docentes de la E.A.P. Ingeniería Agroindustrial, por las enseñanzas brindadas, a lo largo de nuestra etapa universitaria.

A los ingenieros Soledad Quezada, John Gonzales y Lenín Palacios y a la Srta. Silvia Hulcacolqui, que nos han brindado información y nos apoyaron incondicionalmente para culminar este proyecto.

A los colaboradores del IITA, que aportaron con sus labores, para la realización de dicha investigación en especial a: Guisela, Jennifer, Elizabeth y Yulissa.

Gracias a todos lo que de alguna manera nos brindaron su apoyo para la realización de este informe.

Los autores

RESUMEN

La tendencia del consumidor actual es consumir alimentos con beneficios a la salud y de fácil preparación. El trabajo de investigación tuvo como objetivo elaborar y evaluar las pastas enriquecidas con harina de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) y harina de chía semidesgrasada (*Salvia Hispanica L.*) para obtener un producto con características físico-organolépticas aceptables; las formulaciones fueron realizadas utilizándose un Diseño Central Compuesto Rotacional 2² considerando como variables independientes los niveles de Harina de cañihua y harina de chía semidesgrasada, preparándose 11 formulaciones F1 68.9:27.07:4.03; F2 78.1:12.93:8.97; F3 63.5:30:6.5; F4 73.5:20:6.5; F5 77:20:3; F6 73.5:20:6.5; F7 73.5:20:6.5; F8 63.96:27.07:8.97; F9 83.5:10:6.5; F10 83.04:12.93:4.03 y F11 70:20:10 de harina de trigo, harina de cañihua y harina chía semidesgrasada respectivamente.

Los efectos de estas variables fueron evaluados en función de las características físico-químicas y la evaluación sensorial que se realizó con panelistas semientrenados, y se determinó las 2 mejores formulaciones, siendo estas F9 (Harina de Trigo: 83,50%; Harina de Cañihua: 10,00% y Harina de Chía semidesgrasada: 6,50%) y F10 (Harina de Trigo: 83,04%; Harina de Cañihua: 12,93% y Harina de Chía semidesgrasada: 4,03%); la mayor preferencia fue por la pasta enriquecida con menor sustitución de harina de trigo, además de la prueba de comparación de medias a una significancia de 5% se encontró que no existen diferencias significativas entre la formulación F9 y F10.

Desde el punto de vista nutricional las pastas enriquecidas tuvieron un cómputo químico elevado de aminoácidos superior al 100%, con excepción del aminoácido lisina obteniendo el límite mínimo de 70% recomendado por la FAO/OMS en casi todas las formulaciones exceptuando a la F9 (H.T.: 63,96%; H. Cañihua: 10% y H. de Chía semidesgrasada: 6.5 %) con una calidad proteica de 68.93% en cuanto a lisina, también

podemos observar que a medida que aumenta el % de H. Cañihua en las formulaciones se obtiene un mejor computo químico F3 (H.T.: 63.5%; H. Cañihua: 30% y H. Chía semidesgrasada: 6.5%) con una calidad proteica de 80,04% en cuanto a lisina.

Se concluye que la mejor formulación de pasta alimenticia fue F8 que tuvo en términos generales una calificación de Regular en el análisis sensorial, la composición químico proximal de la pasta alimentaria F8 es: Proteína ($18.491 \pm 0.018\%$), Humedad ($7.410 \pm 0.004\%$), Cenizas ($1.530 \pm 0,007\%$), Grasa ($3.767 \pm 0.002\%$), Fibra ($12.686 \pm 0.001\%$) y Carbohidratos ($68.799 \pm 0,004\%$) con un aporte calórico de 386.5 Kcal/100 g, siendo esta la pasta alimenticia que brinda mayor energía. Asimismo, tiene características físicas aceptables Textura 0.095 mJ y Tiempo de cocción de 11 minutos.

ABSTRACT

The current consumer trend is to consume foods with health benefits and easy preparation. The objective of the research work was to elaborate and evaluate the pasta enriched with cañihua flour (*Chenopodium Pallidicaule*) and semi-fat chia flour (*Salvia Hispanica L.*) to obtain a product with acceptable physico-organoleptic characteristics; the formulations were made using a Central Design Rotational 2^2 considering as independent variables the levels of cañihua flour and half-fat chia flour, preparing 11 formulations F1 68.9:27.07:4.03; F2 78.1:12.93:8.97; F3 63.5:30:6.5; F4 73.5:20:6.5; F5 77:20:3; F6 73.5:20:6.5; F7 73.5:20:6.5; F8 63.96:27.07:8.97; F9 83.5:10:6.5; F10 83.04:12.93:4.03 and F11 70:20:10 of wheat flour, cañihua flour and half-fat chia flour, respectively.

The effects of these variables were evaluated according to the physical-chemical characteristics and the sensory evaluation that was carried out with semi-trained panelists, and the 2 best formulations were determined, being these F9 (Wheat Flour: 83.50%; Cañihua Flour : 10.00% and semi-fat Chia Flour: 6.50%) and F10 (Wheat Flour: 83.04%; Cañihua Flour: 12.93% and half-fat Chia Flour: 4.03%); the greater preference was for the pasta enriched with lower substitution of wheat flour, in addition to the test of comparison of means at a significance of 5% it was found that there are no significant differences between the formulation F9 and F10.

From the nutritional point of view, the enriched pastes had a high chemical count of amino acids higher than 100%, with the exception of the amino acid lysine, obtaining the minimum limit of 70% recommended by FAO/WHO in almost all formulations except for F9 (HT : 63.96%, H. Cañihua: 10% and H. de Chía half-fat: 6.5%) with a protein quality of 68.93% in terms of lysine, we can also observe that as the% of H. Cañihua increases in the formulations a better chemical calculation is obtained F3 (HT:

63.5%, H. Cañihua: 30% and H. Chía semi-fat: 6.5%) with a protein quality of 80.04% in terms of lysine.

It is concluded that the best food pasta formulation was F8 which had a general rating of Regular in the sensory analysis, the proximal chemical composition of the food pulp F8 is: Protein ($18.491 \pm 0.018\%$), Humidity ($7.410 \pm 0.004\%$), Ash ($1.530 \pm 0.007\%$), Fat ($3.767 \pm 0.002\%$), Fiber ($12.686 \pm 0.001\%$) and Carbohydrates ($68.799 \pm 0.004\%$) with a caloric intake of 386.5 Kcal / 100 g, this being the pasta food that provides more energy. Also, it has acceptable physical characteristics Texture 0.095 mJ and Cooking time of 11 minutes.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	21
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1. Cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen).....	23
2.1.1. Generalidades.....	23
2.1.2. Historia y Terminología	23
2.1.3. Taxonomía	24
2.1.4. Composición Química y Nutricional.....	24
2.1.4.1. Proteína en la Cañihua.....	25
2.1.4.2. Carbohidratos.....	26
2.1.4.3. Lípidos.....	27
2.1.4.4. Minerales	27
2.1.4.5. Fibra	28
2.1.5. Harina de Cañihua.....	28
2.1.5.1. Generalidades.....	28
2.1.5.2. Composición Química de la Harina de Cañihua	29
2.2. Chía (<i>Salvia Hispanica</i> L.).....	30
2.2.1. Generalidades.....	30
2.2.2. Taxonomía y Morfología.....	30
2.2.2.1. Taxonomía	30
2.2.2.2. Morfología	31
2.2.3. Variedades de la Chía.....	31
2.2.3.1. Chía Negra	31
2.2.3.2. Chía Blanca.....	31
2.2.4. Composición Química y Nutricional.....	32
2.2.5. Harina de Chía	32
2.2.5.1. Generalidades.....	32
2.2.5.2. Composición Química y Nutricional de la Harina de Chía	32
2.3. Trigo (<i>Triticum</i>)	33
2.3.1. Generalidades.....	33
2.3.2. Composición Química del Trigo.....	34
2.4. Harina de Trigo	35
2.4.1. Definición.....	35
2.4.2. Composición Química	36

2.4.3. Tipos de Harina.....	37
2.4.3.1. Harinas Duras:	37
2.4.3.2. Harinas Suaves:.....	37
2.5. Pastas Alimenticias.....	37
2.5.1. Definición.....	37
2.5.2. Clasificación de las Pastas Alimenticias.....	38
2.5.2.1. Por el contenido de humedad.....	38
2.5.2.2. Por el proceso de fabricación.....	38
2.5.2.3. Por su forma.....	38
2.5.3. Características de Calidad de las Pastas Alimenticias.....	39
2.5.4. Principales ingredientes en la elaboración de Pastas.....	40
2.5.4.1. Harina de Trigo - Almidón (Fécula).....	40
2.5.4.2. Proteínas	40
2.5.4.3. Azúcares	40
2.5.4.4. Grasa.....	41
2.5.4.5. Minerales	41
2.5.4.6. Vitaminas.....	41
2.5.4.7. Agua	41
2.5.4.8. Huevos.....	42
2.5.5. Proceso de Elaboración de Pastas	42
2.5.5.1. Elección y preparación de la materia prima.....	42
2.5.5.2. Mezclado y amasado	42
2.5.5.3. Reposo.....	43
2.5.5.4. Laminado y Moldeado.....	43
2.5.5.5. Secado	44
2.5.5.6. Cocción.....	44
2.5.6. Pastas Enriquecidas.....	44
2.6. Cómputo Químico	45
2.6.1. Aminoácidos Esenciales	45
2.6.2. Aminoácido Limitante.....	45
2.7. Evaluación Sensorial	46
2.7.1. Sabor	46
2.7.2. Color.....	46
2.7.3. Olor	46

2.7.4. Textura.....	46
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1. Lugar de Ejecución.....	47
3.2. Materia Prima e Insumos	47
3.2.1. Materia Prima	47
3.2.2. Insumos	47
3.3. Equipos, Materiales y Reactivos	48
3.3.1. Equipos.....	48
3.3.2. Materiales de Laboratorio.....	48
3.3.3. Reactivos	49
3.3.4. Otros Materiales.....	49
3.4. Procedimiento Experimental.....	50
3.4.1. Caracterización de la Materia Prima	50
3.4.1.1. Caracterización del Grano de Cañihua y Chía	50
a. Humedad:	50
b. Cenizas:.....	50
c. Grasa:	50
d. Proteína:	50
e. Fibra:.....	50
f. Carbohidratos:	50
3.4.2. Obtención de las Harinas de Cañihua y Chía.....	51
3.4.2.1. Harina de Cañihua.....	51
3.4.2.2. Harina de Chía	52
3.4.3. Caracterización de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía	53
a. Humedad	53
b. Proteína	53
c. Grasa	53
d. Ceniza.....	53
e. Fibra	54
f. Carbohidratos	54
g. Colorimetría.....	54
3.4.4. Cómputo Químico de las Formulaciones	54
3.4.5. Elaboración de Pastas Alimenticias	54
3.4.5.1. Planeamiento Experimental	54

3.4.5.2. Procedimiento para la Elaboración de Pastas	55
a. Recepción	56
b. Pesado	56
c. Mezclado y amasado	56
d. Laminado.....	56
e. Cortado.....	57
f. Secado	57
g. Enfriado.....	58
h. Envasado	58
3.4.6. Evaluación de la Calidad de las Pastas Alimenticias	59
3.4.6.1. Análisis Físico-Químico	59
a. Humedad	59
b. Proteína	59
c. Grasa	59
d. Fibra	59
e. Carbohidratos	59
f. Colorimetría.....	60
g. Textura:	60
3.4.6.2. Análisis Sensorial.....	60
3.4.7. Análisis Estadístico	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	61
4.1. Caracterización de la Materia Prima.....	61
4.1.1. Caracterización del Grano de Cañihua y Chía	61
4.2. Cálculo del Rendimiento Harinero	62
a. Rendimiento Harinero para Grano de Cañihua	62
b. Rendimiento Harinero para Grano de Chía	62
4.3. Caracterización de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía semidesgrasada.....	63
4.4. Cómputo Químico de las Formulaciones	64
4.5. Evaluación de la Calidad de las Pastas Alimenticias.....	67
4.6. Evaluación Sensorial	90
4.6.1. Evaluación Sensorial del Color.....	90
4.6.2. Evaluación Sensorial del Olor	92
4.6.3. Evaluación Sensorial del Sabor.....	94
4.6.4. Evaluación Sensorial de la Textura	95

4.7. Proteína	98
4.8. Cálculo del Valor Calórico	100
4.9. Tiempo de Cocción de los Fideos	102
V. CONCLUSIONES	104
VI. RECOMENDACIONES	106
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	113
ANEXO I: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE LAS HARINAS .	114
1.1 BALANCE DE MATERIA HARINA DE CAÑIHUA	114
1.2 BALANCE DE MATERIA DE LA HARINA DE CHÍA SEMIDESGRASADA	115
ANEXO II: ANÁLISIS EN LAS HARINAS	116
2.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS	116
2.1.1. Determinación de la humedad en las harinas.....	116
2.1.2. Determinación de la humedad de las pastas alimenticias	117
2.1.3. Determinación de grasa en las harinas y pastas alimenticias	118
2.1.4. Determinación de Cenizas en las harinas y pastas alimenticias	120
2.1.5. Determinación de proteína en las harinas y pastas alimenticias	121
2.1.6. Determinación de fibra total en las harinas y pastas alimenticias	123
2.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO EN LAS HARINAS Y PASTAS ALIMENTICIAS	126
2.2.1. Medición de colorimetría de las pastas alimenticias	126
ANEXO III: CÓMPUTO QUÍMICO DE LAS FORMULACIONES	127
ANEXO IV: ELABORACIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS	128
ANEXO V: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LAS PASTAS ALIMENTICIAS.....	131
ANEXO VI: EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR Y TEXTURA DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS.....	132
6.1 Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad.....	132
6.2 Resultados del panel de evaluación sensorial.....	133
6.3 Foto del análisis sensorial.....	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la cañihua	24
Tabla 2: Composición de granos andinos y cereales tradicionales (g/100 g)	25
Tabla 3: Aminoácidos en Cereales (g de aminoácido/16 g de N)	26
Tabla 4: Contenido de azúcares en los granos andinos (g/100g ms)	27
Tabla 5: Ácidos Grasos Insaturados Presentes en el Aceite de Quinoa y Cañihua	27
Tabla 6: Minerales en la Cañihua	28
Tabla 7: Rangos del contenido de FD de los Granos.....	28
Tabla 8: Valor Nutricional de la Harina de Cañihua expresado en g/100 g.....	29
Tabla 9: Clasificación taxonómica de la Chía	30
Tabla 10: Composición Química en 100 g. de Semilla de Chía negra (Salvia Hispánica L.).....	32
Tabla 11: Composición de harina desgrasada	33
Tabla 12: Composición química del grano de trigo.....	35
Tabla 13: Valor nutricional de la harina de trigo por cada 100 gr.....	36
Tabla 14: Temperatura y tiempos de secado para pastas	44
Tabla 15: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) ²	55
Tabla 16: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	55
Tabla 17: Composición químico proximal de los granos de Cañihua y Chía	61
Tabla 18: Composición químico proximal de las harinas	63
Tabla 19: Cómputo Químico de las diferentes Formulaciones de Pastas Alimenticias	66
Tabla 20: Porcentaje de humedad de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias .	67
Tabla 21: Análisis de Varianza para Humedad	68
Tabla 22: Coeficientes de Regresión para HUMEDAD	70
Tabla 23: Porcentaje de cenizas de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	72
Tabla 24: Análisis de varianza para el porcentaje de cenizas de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	73
Tabla 25: Coeficientes de Regresión para CENIZAS.....	75
Tabla 26: Porcentaje de grasa de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	77
Tabla 27: Análisis de varianza para GRASAS	78
Tabla 28: Coeficientes de Regresión para GRASAS.....	80
Tabla 29: Porcentaje de fibra de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	82

Tabla 30: Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	83
Tabla 31: Coeficientes de Regresión para FIBRA	85
Tabla 32: Evaluación instrumental del color de las Pastas Alimenticias	87
Tabla 33: Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	88
Tabla 34: Análisis de varianza para Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	89
Tabla 35: Pruebas de Múltiple Rangos para Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias (Method: 95.0 LSD)	89
Tabla 36: Análisis de varianza para el Indicador COLOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias	90
Tabla 37: Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	91
Tabla 38: Análisis de varianza para el Indicador OLOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias	92
Tabla 39: Pruebas de Múltiple Rangos para OLOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	93
Tabla 40: Análisis de varianza para el Indicador SABOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias	94
Tabla 41: Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	95
Tabla 42: Análisis de varianza para el Indicador TEXTURA de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias	96
Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	96
Tabla 44: Porcentaje de proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias ...	98
Tabla 45: Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	99
Tabla 46: Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias (Method: 95.0 Duncan HSD)	99
Tabla 47: Porcentaje de carbohidratos de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	101
Tabla 48: Porcentaje de carbohidratos de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias	101

Tabla 49: Tiempo de cocción (minutos) para las formulaciones de Pastas Alimenticias ..	102
Tabla 50: Resultados determinación de humedad de harinas.....	116
Tabla 51: Resultados determinación de humedad de las pastas alimenticias (g/100g)	118
Tabla 52: Resultados determinación de grasa de harinas.....	119
Tabla 53: Resultados determinación de grasa de las pastas alimenticias.....	119
Tabla 54: Resultados determinación de cenizas de harinas	120
Tabla 55: Resultados determinación de cenizas de pastas alimenticias.....	121
Tabla 56: Resultados determinación de proteína de harinas	123
Tabla 57: Resultados determinación de proteína de las pastas alimenticias	123
Tabla 58: Resultados determinación de fibra dietética total de harinas.....	125
Tabla 59: Resultados determinación de fibra de pastas alimenticias.....	126
Tabla 60: Perfil de aminoácidos de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía.....	127
Tabla 61: Score Químico de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía	127
Tabla 62: Resultados de evaluación sensorial – COLOR	133
Tabla 63: Resultados de evaluación sensorial – OLOR.....	134
Tabla 64: Resultados de evaluación sensorial – SABOR	135
Tabla 65: Resultados de evaluación sensorial – TEXTURA	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de Operaciones para la Obtención de Harina de Cañihua Método Tradicional.....	29
Figura 2: Harina de Trigo.....	36
Figura 3: Pastas extruidas cortas, pastas extruidas largas, pastas extruidas laminadas	39
Figura 4: Diagrama de flujo obtención de harina de Cañihua.....	51
Figura 5 : Diagrama de flujo para la obtención de harina de Chía	52
Figura 6: Máquina para hacer pasta italiana, marca: P.W PIN WEI PW150-2, con	57
Figura 7: Soporte de madera usado en el secador de bandejas.....	57
Figura 8: Diagrama de Flujo Experimental para la Elaboración y Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de la Pasta	58
Figura 9: Diagrama de Pareto Estandarizada para HUMEDAD	69
Figura 10: Grafica de Efectos Principales para HUMEDAD.....	71
Figura 11: Superficie de Respuesta Estimada para HUMEDAD	71
Figura 12: Diagrama de Pareto Estandarizada para CENIZAS.....	74
Figura 13: Grafica de Efectos Principales para CENIZAS	76
Figura 14: Superficie de Respuesta Estimada para CENIZAS	76
Figura 15: Diagrama de Pareto Estandarizada para GRASAS.....	79
Figura 16: Grafica de Efectos Principales para GRASAS	81
Figura 17: Superficie de Respuesta Estimada para GRASAS.....	81
Figura 18: Diagrama de Pareto Estandarizada para FIBRA.....	84
Figura 19: Grafica de Efectos Principales para FIBRA	86
Figura 20: Superficie de Respuesta Estimada para FIBRA	86
Figura 21: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para SABOR.....	92
Figura 22: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para OLOR	94
Figura 23: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para SABOR.....	95
Figura 24: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para TEXTURA	97
Figura 25: Obtención de Harina de Chía.....	115
Figura 26: Determinación de fibra	125
Figura 27: Pesado	128
Figura 28: Amasado	128
Figura 29: Laminado y cortado	129
Figura 30: Secado de la pasta.....	130

Figura 31: Enfriado de la pasta	130
Figura 32: Medición de Textura de las Pastas Alimenticias	131
Figura 33: Cabina para análisis sensorial	137
Figura 34: Muestras Análisis sensorial	137

I. INTRODUCCIÓN

La falta de micronutrientes en los alimentos que se ingieren y forman parte de nuestra dieta es una gran parte de la desnutrición en los países subdesarrollados. Estos alimentos no cuentan con nutrientes esenciales como son energía, proteínas y los mencionados micronutrientes.

Un alimento que es aceptado y consumido masivamente es la pasta debido a su precio bajo en todo el mundo, se prepara fácilmente y se almacena fácilmente. Es por eso que esta investigación se propone desarrollar una pasta alimenticia enriquecida con nuevas fuentes de fibra y proteína proporcionadas por la harina de cañihua y harina de chía semidesgrasada

Si se demuestra que se puede elaborar una pasta enriquecida, de mayor contenido nutricional, conservando las cualidades nutricionales y mejorando la salud de los consumidores, utilizando como ingredientes naturales a la harina de chía semidesgrasada que ha mostrado ser una importante fuente de fibra dietética total, proteínas y de contener diversos compuestos antioxidantes y por ser una buena fuente de ácidos grasos; el otro ingrediente principal es la cañihua que se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, además de fibra y ser considerado un alimento de valor funcional, con un alto valor proteico y con una importante proporción de aminoácidos esenciales, destacando la lisina el cual no se encuentra en los alimentos de origen vegetal, obteniendo así una pasta enriquecida acorde con los requerimientos necesarios en carbohidratos, proteínas, fibras y minerales. Con esto buscamos promover el consumo de pasta para ayudar a mejorar la nutrición y salud de los consumidores.

Esta investigación tiene como objetivo elaborar y evaluar las pastas enriquecidas con harina de cañihua y harina chía semidesgrasada para obtener un producto con características físico-organolépticas aceptables.

- Determinar el análisis proximal de los granos de cañihua y chía.

- Obtener harina de cañihua y harina de chía semidesgrasada y determinar los análisis fisicoquímicos (% humedad, grasas, proteínas, cenizas, etc.) de las harinas de cañihua, chía y trigo.
- Determinar el cómputo químico de las formulaciones de las pastas.
- Realizar los análisis sensoriales: color, olor, sabor, textura de las pastas obtenidas.
- Determinar la formulación adecuada en la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) y harina de chía (*Salvia Hispanica L.*) mediante la evaluación físico-organoléptica de la pasta enriquecida.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

2.1.1. Generalidades

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) familia de la Chenopodiaceas. Crece en zonas altiplánicas, no contiene gluten y en comparación a la quinua este no contiene saponinas. No es fácil de digerir, rico en calcio, magnesio, proteínas, complejo B, vitaminas E y baja en materia grasa. la cañihua tiene un alto valor nutritivo, es un producto que se cultiva en las alturas donde no crece otro cereal, es por eso que el consumo de este alimento aporta nutricionalmente en la dieta de estos pobladores. En el Perú se cultiva en el Cusco, Arequipa, en Puno todas zonas altas (3812 – 4100 msnm). Tapia et.al. (2010).

En cuanto a su valor nutritivo, la cañihua tiene un alto contenido de proteínas por encima de la quinua y otros cereales. Su contenido de aminoácidos esenciales es superior a la de otros cereales y el contenido de vitaminas es adecuado, aunque no hay presencia de caroteno y vitamina C. Tapia et.al. (2010).

De las especies agrícolas nutritivos menos estudiadas se encuentra la cañihua, y muchas veces confundida por la quinua Repo-Carrasco et al. (2009) dice que la cañihua es muy resistente que puede florecer en zonas rocosas o pobres con climas secos y fríos.

2.1.2. Historia y Terminología

El escrito más antiguo nombrando a esta especie cultivada data del año 1586 cuyo escrito literalmente dice: “Kañagua” En la bibliografía se usa indistintamente el nombre de kañiwa que es propia de las regiones con idioma quechua y kañawa de la población aymara. En regiones donde el dominio inca había sido reciente a la llegada de los españoles aún persiste la denominación kañawa, como es el caso de la región norte del altiplano de Puno. Tapia et.al. (2010).

2.1.3. Taxonomía

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) fue descrita por Paul Aellen.

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la cañihua

Taxonomía de la Cañihua	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Subfamilia:	Chenopodioideae
Tribu:	Chenopodiea
Género:	Chenopodium
Especie:	Chenopodium Pallidicaule Aellen

Fuente: Repo-Carrasco, 2009

2.1.4. Composición Química y Nutricional

Es considerado un alimento fisiológicamente activo o funcional debido a que mejorar la salud y ayuda a prevenir enfermedades esto a los nutrientes que posee. Tiene un gran contenido biológico y alto contenido de fibra incluso mayores a algunas variedades de quinua. Tiene un alto contenido de minerales (magnesio, calcio, sodio, hierro, fósforo, vitamina E, zinc, complejo B) siendo comparado con la leche. La cañihua contiene grasas no saturadas y un gran nivel de fibra dietaria siendo considerado este alimento como un componente de seguridad alimentaria pudiéndose producir productos de gran aporte nutricional e innovador en la Agroindustria Apaza, (2010). Según Repo-Carrasco (2003), dice que la cañihua tiene entre 63 y 66 % de carbohidratos, mientras las proteínas esta entre 14 y 18 %, cenizas entre 3 y 5 %, lípidos de 6 a 8 %.

En la Tabla 2 presentamos la composición química proximal de cereales andinos comparador con el trigo. Identificando que los cereales andinos tienen mejor composición con respecto a los tradicionales (trigo).

Tabla 2: Composición de granos andinos y cereales tradicionales (g/100 g)

	Quinoa	Cañihua	Amaranto	Trigo
Energía (Kcal)	343	344	391	303
Proteínas	11,7	14,0	12,9	8,6
Grasas	6,3	4,3	7,2	1,5
Carbohidratos	68,0	64,0	65,1	73,7
Fibra	5,2	9,8	6,7	3,0
Cenizas	2,8	5,4	2,5	1,7
Humedad	11,2	12,2	12,3	14,5

Fuente: Collazos citado por FAO (2009)

2.1.4.1. Proteína en la Cañihua

La Cañihua posee 14 a 18.8 % de proteínas siendo alto el contenido en comparación con otros cereales. La cañihua y la quinua tienen proteínas entre ellas las globulinas y la albuminas. Con una composición de aminoácidos balanceados con un parecido a la composición de aminoácidos de la caseína. Repo-Carrasco y Encina (2008), nos dicen que la kiwicha, quinua y la cañihua. Tiene un alto contenido de aminoácidos azufrados. Con 28 aminoácidos siendo rica en isoleucina (3.4%), lisina (5-6%) y triptófano (0.9%). National Research Council, (2011).

Tabla 3: Aminoácidos en Cereales (g de aminoácido/16 g de N)

Aminoácido	Quinoa	Cañihua	Kiwicha	Arroz	Trigo
Acido aspártico	7,8	7,9	7,4	8	4,7
Treonina	3,4	3,3	3,3	3,2	2,9
Serina	3,9	3,9	5	4,5	4,6
Acido glutámico	13,2	13,6	15,6	16,9	31,3
Prolina	3,4	3,2	3,4	4	10,4
Glicina	5	5,2	7,4	4,1	6,1
Alanina	4,1	4,1	3,6	5,2	3,5
Valina	4,2	4,2	3,8	5,1	4,6
Isoleucina	3,4	3,4	3,2	3,5	4,3
Leucina	6,1	6,1	5,4	7,5	6,1
Tirosina	2,5	2,3	2,7	2,6	3,7
Fenilalanina	3,7	3,7	3,7	4,8	4,9
Lisina	5,6	5,3	6	3,2	2,8
Histidina	2,7	2,7	2,4	2,2	2
Arginina	8,1	8,3	8,2	6,3	4,8
Metionina	3,1	3	3,8	3,6	1,3
Cistina	1,7	1,6	2,3	2,5	2,2
Triptófano	1,1	0,9	1,1	1,1	1,2
% de N del grano	2,05	2,51	2,15	1,52	2,24
% de proteína	12,8	15,7	13,4	9,5	14

Fuente: Repo-Carrasco (2009)

2.1.4.2. Carbohidratos

Tiene un contenido entre el 63 a 66%, siendo el almidon el carbohidrato más importante en todos los cereales. En la cañihua no se ha estudiado su almidon tan ampliamente, la la cañihua y la quinua contienen pequeñas cantidades de azucares libres.

En la Tabla 4 presenta la cantidad de carbohidratos en granos andinos.

Tabla 4: Contenido de azúcares en los granos andinos (g/100g ms)

	Glucosa	Fructuosa	Sacarosa	Maltosa
Quinoa	1,70	0,20	2,90	1,40
Cañihua	1,80	0,40	2,60	1,70
Kiwicha	0,75	0,20	1,30	1,30

Fuente: Repo-Carrasco (2009)

2.1.4.3. Lípidos

Tienen gran cantidad de ácidos grasos insaturados y de tocoferoles, en la cañihua la cantidad de tocoferoles es superior al del aceite de maíz. Repo-Carrasco et al., (2009). El contenido de grasa en la cañihua es de 4.1 a 7.8 %, en la tabla 5 se muestra la cantidad de ácidos grasos contenidos en la quinua y cañihua.

Tabla 5: Ácidos Grasos Insaturados Presentes en el Aceite de Quinoa y Cañihua

Porcentaje de fracción lipídica (%)		
Acido grasos insaturados	Aceite de Quinoa	Aceite de Cañihua
Omega -6	50,24	42,59
Omega-9	26,04	23,5
Omega-3	4,77	6,01

Fuente: Repo -Carrasco et.al (2009)

2.1.4.4. Minerales

Rica en micronutrientes como el calcio y hierro. Apaza (2010), nos dice que es rica en fósforo (375 mgr/100 g de ms), hierro (110 mgr/100 g de ms) y calcio (15 mgr/100 g de ms).

Repo Carrasco (2011) reporta mayores valores que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Minerales en la Cañihua

Mineral	Cantidad* (mg/100g)	Cantidad** (mg/100g)
Calcio	126	141
Fósforo	461	387
Hierro	18.8	12

Fuente: Repo –Carrasco [et.al](#) (2011)

2.1.4.5. Fibra

Contiene un alto contenido de fibra dietaría especialmente la fracción insoluble.

La Tabla 7 presentamos el contenido de fibra de kiwicha y quinua que son similares en cantidad mientras que la cañihua pose altos contenidos de FDT.

Tabla 7: Rangos del contenido de FD de los Granos

	Fibra dietética total (g/100g base seca)	Fibra insoluble (g/100g base seca)	Fibra soluble (g/100g base seca)
Cañihua	18,7 -21,9	15,6-18,7	2,3-4,1
Quinua	10,4-11,5	6,1-7,4	3,2-5,3
Kiwicha	10,9-11,3	8,5-9,3	1,9-2,4

Fuente: Ligardia et al (2012)

El gran contenido de fibras insolubles que presenta la cañihua se debe a que contiene perigonios que envuelve al grano y que no se eliminan en su totalidad. FAO, (2009).

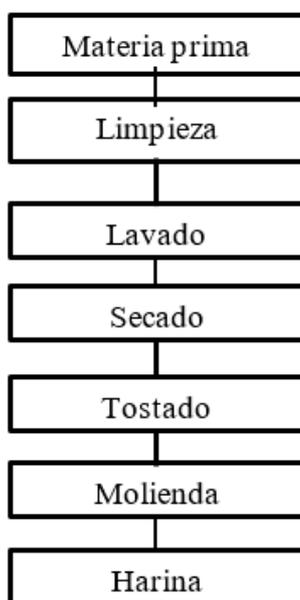
2.1.5. Harina de Cañihua

2.1.5.1. Generalidades

La cañihua se consume tostada en harina comúnmente llamado cañihuaco. Este proceso es tedioso por el tiempo de producción y la cantidad que se puede producir (de 12 a 15 kg en un día). Tapia (2012). Sin embargo, durante el tostado,

la lisina disminuye notablemente, ya que es uno de los aminoácidos más termolábiles. El rendimiento de harina es 62 % a 65% aproximadamente. La harina de cañihua puede ser utilizada para sustituir a la harina de trigo en diferentes productos, en panificación hasta 15%, en tortas y queques (30 - 40%) y en galletas hasta (50-60%). Repo- Carrasco, (2012).

Figura 1: Flujo de Operaciones para la Obtención de Harina de Cañihua Método Tradicional



Fuente: Repo-Carrasco -2010

2.1.5.2. Composición Química de la Harina de Cañihua

Tabla 8: Valor Nutricional de la Harina de Cañihua expresado en g/100 g

Componentes	Harina de cañihua
Valor energético (Cal)	390,2
Humedad (g)	12,7
Proteína(g)	14,1
Grasa (g)	4,41
Carbohidratos (g)	66,03
Fibra (g)	1
Ceniza(g)	1,76

Fuente: Manuel Hernández Rodríguez (2008)

2.2. Chía (*Salvia Hispanica L.*)

2.2.1. Generalidades

Perteneciente a la familia de la labiatae. Crece en áreas montañosas, Capitani- Tomás (2012). Contiene una gran cantidad de aceites esenciales (omega 6 y omega 3), repele insectos evitando el uso de químicos para cuidar los cultivos. No contiene gluten y carece de colesterol. No necesita de condiciones especiales de almacenamiento lo cual puede durar por años.

Este grano contiene 19 a 23 % de proteínas y en comparación con otros granos el contenido es alto, maíz (14%), trigo (14%) y arroz (8,5%).

De este grano los aminoácidos de la proteína no contienen factores limitantes en la dieta de personas adultas.

Es rica en fósforo, calcio, zinc, cobre y vitamina C y posee una alta actividad antioxidante. Capitani- Tomás (2012).

Rica en omega 3, lo cual descarta la necesidad de requerir el uso de vitaminas (antioxidantes artificiales). Muller (2015)

2.2.2. Taxonomía y Morfología

2.2.2.1. Taxonomía

Según Linneo, la taxonomía de la chía (*Salvia hispanica L.*), se presenta a continuación.

Tabla 9: Clasificación taxonómica de la Chía

Taxonomía de la Chía	
Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta o Angiospermae
Clase:	Magnoliopsida o Dicotyledoneae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Salvia
Especie:	Hispánica

Fuente: Beltrán, 2006

2.2.2.2. Morfología

Se caracterizan por las diferentes variedades las cuales son los cálices cerradas, inflorescencia compacta, semilla gran tamaño, presencia de dominancia apical, flores de mayor tamaño, floración constante y maduración Capitani- Tomás (2012).

2.2.3. Variedades de la Chía

2.2.3.1. Chía Negra

Tiene un alto contenido de aceites casi 40 % siendo el ácido alfa linolenico el de mayor presencia entre 60 y 63 %, seguido por el ácido linoleico con el 20 %. Siendo un importante aporte nutricional el ácido alfa linolenico también conocido como el ácido graso insaturado Omega 3. Mientras que compuestos nutricionales como los lípidos, proteínas, fibras y carbohidratos están presentes en grandes porciones en comparación a importantes cereales del mercado. Martínez- González (2009).

2.2.3.2. Chía Blanca

Reconocido por la presencia de proteínas, vitamina B, acidos grasos poliinsaturados y fibra. Tiene un contenido de aceite entre el 32 al 39 %. Siendo el de mayor contenido el omega 3 (alfa linolenico) con un 60%, mientras con un 20 % de presencia del ácido graso alfa linoleico. Murell (2015).

Tiene un alto contenido de proteínas 20% en comparación de otros cereales. Son fácilmente digestibles nutriendo rápidamente las células y tejidos.

La lisina es uno de los aminoácidos que destacan, el cual es un limitante de otros cereales. El contenido de carbohidratos esta entre un 35 a 40%, no contiene azucares mientras que un 90% es fibra y lo sobrante es fécula. Tiene una alta retención de agua debido al alto peso molecular y la solubilidad de la fibra formando mucilagos, rica en minreales como hierro, magnesio, calcio, etc. contiene vitaminas como la A, B, C y ácido fólico. Murell, (2015)

2.2.4. Composición Química y Nutricional

Se destaca por el alto contenido de omega 3, como la de otros compuestos de gran importancia para la nutrición del hombre. Jaramillo, (2013).

Tabla 10: Composición Química en 100 g. de Semilla de Chía negra (Salvia Hispánica L.)

Nutrientes	Cantidad en 100 g de semilla de Chía
Proteínas (g)	19,5
Lípidos (g)	30
Hidratos de carbono (g)	23,3
Energía (Kcal)	440,2
Fibra cruda	24,9
Fibra dietética soluble	5,1
Fibra insoluble	42,9

Fuente: Jaramillo, (2013).

2.2.5. Harina de Chía

2.2.5.1. Generalidades

Se destaca por el alto contenido de fibra, ácidos grasos, antioxidantes y proteínas (Vázquez-Ovando, Rosado-Rubio, Chel-Guerrero, & Betancur-Ancona), esta harina no tiene gluten lo cual permite ser consumida por personas con enfermedades celiaca. R. Ayerza, (2011).

Se puede aprovechar esta harina para elaborar productos con alto contenido nutricional como galletas, pan, pre mezclas, barras nutricionales, etc. Gil, (2013).

2.2.5.2. Composición Química y Nutricional de la Harina de Chía

Al provenir de la molienda donde se separa por prensado el aceite se presenta la tabla de composición química nutricional. Reglamento Bromatológico Uruguayo, (2015).

Tabla 11: Composición de harina desgrasada

Nutrientes	%
Humedad (100-105°C)	9
Proteínas (N x 6.25) min.	20
Carbohidratos	12
Grasa (extracto etéreo) máx.	18
Fibra total min.	35
Cenizas (500-550°C) máx.	6

Fuente: Reglamento Bromatológico Uruguayo (2015)

2.3. Trigo (*Triticum*)

2.3.1. Generalidades

Genero de las gramíneas comúnmente conocido como trigo, se cultiva y sirve de alimento desde la pre historia (milenio VII A.C.) para la humanidad siendo en la actualidad el principal grano que sirve de sustento de la alimentación mundial. Gil, (2013).

La planta gramínea, el trigo constituye el producto principal en la alimentación para casi el 40% de la población mundial; ocupa cerca del 20% de la superficie cultivable en el mundo. El grano de trigo constituye una fuente de alimento nutritivo, conveniente y económico. Proporciona al organismo carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. Planta herbácea de la familia gramínea y género triticum, de tallo hueco, que presenta sus flores en espiga, y de cuyas semillas se extrae la harina de la que se elabora el pan, fideos entre otros. Gil, (2013).

- **Trigos duros (*Triticum durum*):** tiene una gran cantidad de proteína entre 13.5 y 15 %, y escaso contenido de agua. Su harina se utiliza para producir pastas.
- **Trigos semiduros (*Triticum vulgare*):** su contenido de proteína va de 12 a 13 %, tiene ligeramente más contenido de agua se usa para la producción de pan.

- **Trigos blandos (*Triticum club*):** con alto contenido de almidón, es una harina muy blanca con poco valor proteico entre 7.5 y 10%, es usado para elaborar pasteles, galletas, etc.

2.3.2. Composición Química del Trigo

Está constituido por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, lípidos, minerales, agua y algunas vitaminas. Distribuidos por todas las partes del grano del trigo y otros componentes en zonas establecidas, El almidón se encuentra en el endospermo, la proteína está en todo el grano. Y la mitad de la cantidad de lípidos está en el endospermo, una porción en el germen y otra en el salvado. Mientras que los minerales se encuentran en el pericarpio aleurona y testa. Montoya y Roman, (2010).

El agua presente en el grano dependerá de la zona de cultivo en zonas secas su contenido es de 8 % mientras en zonas húmedas el contenido de agua va de 17 a 18 %. La humedad es una característica muy importante comercialmente ya que con él se puede determinar el peso específico no afecta el rendimiento de molienda, pero si la conservación de la misma.

Si el almidón del grano esta en proceso de maduración el pan obtenido de este grano será de mayor volumen. Tiene vitaminas en cantidades apreciables como la riboflavina, tiamina, niacina etc. Tiene como enzima importante la amilasa está ubicado en el embrión del grano y es factor importante en la germinación la alfa y beta amilasa. La amilasa produce azúcares reductores llevando a la fermentación. Montoya y Roman, (2010).

El trigo tiene un alto contenido de proteínas las cuales son consumidas por las regiones en desarrollo siendo un factor limitante la escasa presencia de lisina la cantidad de proteínas varía entre el 8 y 17 %. En la tabla 12 mostramos el contenido químico proximal del grano de trigo. El trigo tiene una propiedad propia del grano que es la de formar proteínas de reserva cuando son mezcladas en agua conocida como gluten una masa viscoelastica. Peña, (2002).

Tabla 12: Composición química del grano de trigo

	Mínimo (%)	Máximo (%)
Humedad	8,0	18,0
Proteína	7,0	18,0
Cenizas	1,5	2,0
Lípidos	1,5	2,0
Almidón	60,0	68,0
Pentosas	6,2	8,0
Sacarosa	0,2	0,6
Maltosa	0,6	4,3
Celulosa	1,9	5,0

- La composición química del trigo varía de acuerdo a la condición de cultivo, a la región de procedencia, tiempo de cosecha y variedad.

Fuente: Peña, 2002

De acuerdo a las propiedades químico proximales del trigo, la proteína presente en este grano permite la elaboración de grandes variedades de alimentos, entre los más aceptables y consumidos tenemos las distintas variedades de panes y pastas. La reserva de proteínas del grano de trigo como la gliadinas y gluteninas precursoras de la formación del gluten de características viscoelástica la cual se puede liberar del almidón con un lavado en agua constante. Su extensibilidad proporcionada por las gliadinas y su elasticidad por las gluteninas son características de estas proteínas en la producción de productos de panificación. Montoya y Roman, (2010)

2.4. Harina de Trigo

2.4.1. Definición

Producto obtenido del endospermo a través de un proceso de molienda y posteriormente tamizado hasta obtener un tamaño de partícula deseado, el resto es considerado como subproductos (salvado y germen). Se considera uno de los productos importantes derivados de la molturación de cereales. Montoya y Roman, (2010). Esta harina tiene propiedades las cuales forman masas, pues esta se genera al mezclar la harina con el agua (en proporciones adecuadas), dando

como resultado final una masa consistente. Se caracteriza por ser tenaz y con una ligazón, que tiene resistencia cuando se manipula, y cuando fermenta doblando el volumen de la masa. La proteína del gluten se forma por el hinchamiento y la hidratación de esta proteína, con el hinchamiento permite la formación de la masa y la maleabilidad de esta para ser trabajada, mantiene las formas deseadas y retiene gases,



Figura 2: Harina de Trigo

Fuente: <http://www.mercatcentralcastello.com/harina-de-trigo>

2.4.2. Composición Química

Con un alto contenido de hidratos de carbono (70%), posee proteínas en grandes cantidades y minerales destacando el calcio, hierro, yodo, potasio, magnesio, zinc y sodio. Además de vitaminas hidrosolubles como las B y E, azúcares y grasas. Montoya y Roman, (2010).

Tabla 13: Valor nutricional de la harina de trigo por cada 100 gr.

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Proteínas	17,3 g	Sodio	3,8 mg
Grasa	2,6 g	Fosforo	411 mg
Fibra dietética	1,8 g	Magnesio	153 mg
Calcio	31 mg	Vitamina B1	0,45 mg
Hierro	4,2 mg	Vitamina B2	0,12 mg
Potasio	446 mg	Vitamina E	1,7 mg

Fuente: Montoya, 2010

2.4.3. Tipos de Harina

Existen dos grupos:

2.4.3.1. Harinas Duras:

Su contenido proteico es alto ejemplo de estos son el trigo rojo de primavera y el de invierno.

2.4.3.2. Harinas Suaves:

Co un escoso contenido de proteínas siendo el trigo blando rojo de invierno. Es usado para la producción de queques, bizcochos y galletas. Montoya y Roman, (2010).

La clasificación de las harinas está dada de la siguiente manera:

0: cero

00: dos ceros

000: tres ceros (usada para producir pan)

0000: cuatro ceros, es la más blanca y refinada es usada para producir pan de molde y en pastelería forma poco gluten. Montoya y Roman, (2010).

2.5. Pastas Alimenticias

2.5.1. Definición

La NTP 206.010:1981. Revisada el (2011), define la pasta alimenticia como “un producto formado por secado de figuras de una pasta no fermentada elaborado de derivados de trigo”

Se usa trigo duro comúnmente ya que este tiene altas cantidades de proteínas produciendo una pasta de gran textura y buena firmeza con un alto contenido nutricional. Es molido en partículas de tamaño grande conocida como sémola y partículas de pequeño tamaño conocidos como semolato, y la harina obtenida es la que se utiliza en la elaboración de pastas alimenticias.

Además, empleando mezclas de trigos duros y blandos, que contengan hasta el 25% de trigo blando, se pueden obtener productos perfectamente válidos y legítimos. Sin embargo, el que se logra con el trigo duro tiene una textura y palatabilidad inigualable y ese

ingrediente se ha convertido en sinónimo de pasta de mejor calidad.
Kill y Turnbull, (2011).

2.5.2. Clasificación de las Pastas Alimenticias

2.5.2.1. Por el contenido de humedad

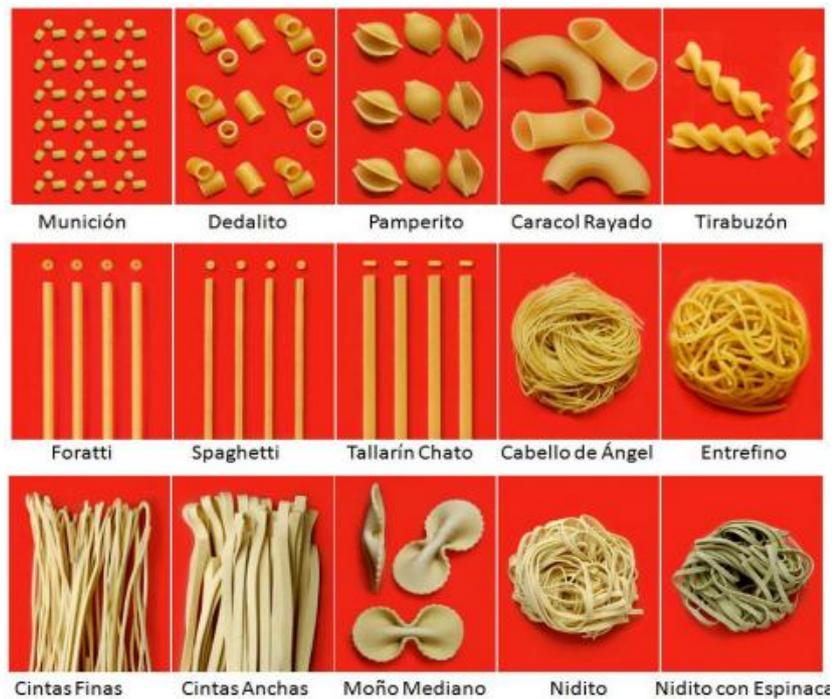
- A. **Fideo seco:** con un contenido de humedad por debajo del 15%
- B. **Fideo fresco:** con una humedad sobre el 15 % NTP 206.010:1981. Revisada el (2011). Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos.

2.5.2.2. Por el proceso de fabricación

- A. **Fideo tipo Nápoles:** se obtiene por el uso de boquillas de formas distintas en el moldeado.
- B. **Fideo tipo Bologna:** se obtiene al laminar la pasta.
- C. **Fideos especiales:** contienen ingredientes como huevo, minerales, leche, gluten, etc. para mejorar su calidad nutricional. NTP 206.010:1981. Revisada el (2011). Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos.

2.5.2.3. Por su forma

- A. **Fideo Rosca y Nido:** largos con forma de madeja
- B. **Fideo Largo o Tallarín:** varia en sus formas, puede tener o no un hueco, redondo, rectangular u ovalada siendo su longitud variada.
- C. **Fideo Cortado:** no está definida sus características refiriéndose a sus dimensiones es más corto que los tallarines o largos.
- D. **Fideo Pastina:** tiene un aspecto menudo. NTP 206.010:1981. Revisada el (2011). Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos



Fuente: [http:// www.pastaspolo.com.ar](http://www.pastaspolo.com.ar)

Figura 3: Pastas extruidas cortas, pastas extruidas largas, pastas extruidas laminadas

2.5.3. Características de Calidad de las Pastas Alimenticias

La calidad de una pasta está determinada por el nivel de aceptación del producto por los consumidores. Felder, (2003). Siendo estas características a considerar:

- **Color.** Siendo el amarillo el color característico proporcionado por los carotenoides presentes en el grano de trigo. Mientras colores como el marrón y rojo no lo favorecen o no son aceptables por el consumidor.
- **Aspecto.** no tiene aceptabilidad la presencia de grietas ni colores ya mencionados.
- **Textura.** La pasta debe tener la misma textura antes y después de la cocción.
- **Firmeza.** Luego de ser cocida la pasta debe resistir la presión de los dientes.
- **Elasticidad.** Recupera su forma inicial luego de una deformación
- **Pegajosidad.** Se puede pegar a otras pastas o ingredientes. Felder, (2003).

2.5.4. Principales ingredientes en la elaboración de Pastas

Para obtener pasta de buena calidad se tiene que primar los ingredientes o materias primas, la formulación y como es el proceso de elaboración. Gómez, (2009)

Siendo la sémola o partículas de trigo duro o trigo blando, siendo importante el tamaño de la partícula de la harina el cual debe ser uniforme además de tener un elevado contenido de proteínas. Gómez, (2009)

2.5.4.1. Harina de Trigo - Almidón (Fécula)

El almidón de una masa de harina se puede extraer fácilmente de la misma amasándola debajo de un grifo. Es insoluble al contacto con agua luego del proceso de secado se obtiene un polvo de color blanco.

2.5.4.2. Proteínas

Las que predominan en las harinas son la gluteninas y gliadinas. Al unirse con agua forman el gluten. Donde la estabilidad y fuerza son proporcionados por las gluteninas mientras que la suavidad y pegajosidad se atribuye a la gliadina.

El gluten de una buena harina se hincha y alcanza una forma consistente y esférica. Las masas hechas de harina blanda o débil producen un gluten que tiende a desbordarse y a aplastarse durante la cocción. En la panificación se desarrolla la red de gluten que no solamente va contribuir, con su característica viscoelástica del gluten para una determinada textura de la pasta.

2.5.4.3. Azúcares

Encontramos glucosa, maltosa y sacarosa, así mismo se encuentra dextrinas. Estos azúcares ayudan en la fermentación de las harinas determinando la propiedad de generación de gases en la harina. Un 2% de del contenido

de azúcares reductores (sacarosa, glucosa y maltosa), contiene las pastas. Que podría darse por el hidrólisis del almidón.

2.5.4.4. Grasa

La grasa contenida en el grano de trigo se encuentra principalmente en el germen. Cuanta mayor cantidad de germen hay en la harina mayor cantidad de grasa contiene. Esta grasa tiende a enranciar durante el almacenamiento.

2.5.4.5. Minerales

Tiene un alto contenido de potasio y fosfato, con residuos pequeños de calcio, magnesio y sal de hierro, los cuales están presentes en el germen y salvado.

2.5.4.6. Vitaminas

El trigo y la harina contienen el complejo vitamínico B, en cantidades que varían de acuerdo al tipo de trigo y al grado de extracción de la harina. Los trigos duros, las harinas integrales y el salvado, son los más ricos en tiamina, riboflavina, ácido nicotínico y piridoxina. Las harinas blancas solo contienen pequeñas cantidades, pero en la mayoría de los países se enriquecen añadiéndoles tiamina y ácido nicotínico.

2.5.4.7. Agua

¿Influye la calidad del agua en la de la pasta seca producida? Esta pregunta ha interesado a muchos fabricantes de pasta desde que se inició la producción mecanizada de este producto. Muchas fábricas en Italia toman el agua de sus propias perforaciones e insisten en que la calidad de la pasta mejora por la presencia o ausencia de algunos minerales clave. El agua que se utiliza para los

productos de pasta debe ser pura, no debe tener ningún sabor extraño y debe ser potable.

Como la pasta se procesa por debajo de temperaturas de pasterización la cuenta bacteriana del agua está directamente relacionada a la cuenta bacteriana del producto terminado. En consecuencia, sólo debe utilizarse agua pura de cuenta bacteriana total baja.

2.5.4.8. Huevos

Se adiciona el huevo para darle el color característico haciéndolo más amarilla la pasta e incrementando la textura de la pasta, además de incrementar el contenido nutricional de la pasta. Kill y Turnbull, (2011).

2.5.5. Proceso de Elaboración de Pastas

Se produce dependiendo de factores de calidad, preparación, costos, ingredientes y demanda. Callejo, (2012).

2.5.5.1. Elección y preparación de la materia prima

Su elección dependerá de la calidad y temperaturas de los ingredientes, siendo la temperatura de la masa la que se debe controlar. Callejo, (2012).

La cantidad de los ingredientes se calcula de acuerdo al proceso que se establece para la producción.

2.5.5.2. Mezclado y amasado

Se mezcla el ingrediente principal la semolina con los demás ingredientes y con agua en un volumen definido por la humedad que esta tiene. Escamilla, (2011).

El proceso de amasado tiene como propósito mezclar los ingredientes para formar la masa hasta alcanzar las características reologicas óptimas. Escamilla, (2011).

Cuando se amasa la remolina absorbe agua, el contenido de agua absorbida depende del tamaño de partícula, propiedades proteicas, contenido de agua o humedad, etc.)

En el amasado se forma gluten y para poder hacerlo se necesitan de estas condiciones:

- **Temperatura del agua de amasado:** afecta en el tiempo del proceso de amasado. Mientras más temperatura tenga menor tiempo en la formación de gluten. el agua no debe tener una temperatura mayor a 45 °C, si es mayor podría darse el proceso de gelatinización.
- **Velocidad y tiempo de amasado:** en el tiempo propicio el amasado debe tener el 30 % de humedad y formar completamente el gluten sin gelatinizarse. Cuando el tiempo es demasiado el gluten se desarrollará en demasiado por lo que originará una masa chiclosa difícil de manejar. Escamilla, (2011).

2.5.5.3. Reposo

Después de elaborar la masa se da un periodo de reposo o descanso haciéndola más flexible para el manejo de la masa. Este proceso se hace a temperaturas bajas. (Callejo, 2012).

2.5.5.4. Laminado y Moldeado

Tiene por objeto dar forma al producto final de la pasta, y consta de 2 etapas:

Laminado: sirve para dar una forma uniforme se lamina en rodillos por donde pasa la bola de masa y es laminada.

Moldeado: Se corta las láminas en tamaño de 30 cm y se pasan por moldes de distintas variedades o formas. Callejo,

(2012). Existen moldes de bronce, acero inoxidable. Escamilla, (2011).

2.5.5.5. Secado

El proceso de secado se da para eliminar el contenido de agua, el secado es lento para evitar el agrietamiento o quebradura de la misma y si se seca muy lento se puede hongear o decolorar. Guler *et* Koksel, (2005).

Se puede utilizar distintos tipos de secado con sus propias condiciones siempre dependiendo de las características de la pasta.

Tabla 14: Temperatura y tiempos de secado para pastas

Procesos	PASTAS CORTAS		PASTAS LARGAS	
	Tiempo (h)	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
CTD ¹	8	55	16	55
HTD ²	4,5	55 -75	10	55-75
VHTD ³	2,5	74-100	5,5	74-100

Fuente: Callejos, 2012

CTD¹: convencional temperatura drying (temperatura convencional de secado)

HTD²: high temperature drying (temperatura alta de secado)

VHTD³: very high temperature drying (muy alta temperature de secado)

2.5.5.6. Cocción

Se cocina en agua hirviendo se agrega un chorro de aceite cuando el agua empiece a hervir, y sal al gusto cuando el agua está en ebullición se añade la pasta y se mueve para evitar se peguen. Escamilla, (2011).

2.5.6. Pastas Enriquecidas

Desde 1970 se realizan investigaciones para poder sustituir la harina que se importa para la elaboración de panes, galletas y fideos.

Según Bilbao 2007, nos dice que si se puede sustituir parcialmente la harina obtenida del trigo importado con otras harinas para elaborar productos de panificación.

Es importante decir que cuando se mezclan más de 2 harinas la cantidad de harina que se sustituye se estimara en base a la proporción individual con respecto al máximo permisible. Bilbao, (2007).

Se ha tratado de encontrar el porcentaje ideal u óptimo de sustitución de harina para la elaboración de productos de panificación. Bilbao, (2007). En otros casos se establece encontrar una mejora en la calidad nutricional sustituyéndolo con harina de soya, kiwicha, quinua, etc. las cuales tienen mayor contenido proteico. Bilbao, (2007)

2.6. Cómputo Químico

Se puede determinar la calidad proteica por métodos químicos o biológicos. Siendo uno de los métodos químicos el cómputo químico o también llamado puntaje químico o score químico. De la Cruz, (2009), el método calcula la presencia porcentual de aminoácidos esenciales comparada con una referencia teórica de aminoácidos esenciales para niños y adultos. FAO, (2011).

El aminoácido limitante es el que menor porcentaje tiene mientras cuando no hay algún ácido faltante el score químico es del 100 % lo que indica que es una proteína adecuada. De la Cruz, (2009).

2.6.1. Aminoácidos Esenciales

Un aminoácido es esencial cuando se sintetiza corporalmente y no es necesaria para el metabolismo. Se clasifica como aminoácido cuando este es suplido en la dieta siendo los más comunes la isoleucina, leucina, valina, etc. De la Cruz, (2009).

2.6.2. Aminoácido Limitante

Se conoce como aminoácido limitante al que en menor proporción o concentraciones se encuentra en una proteína. Pinto Kramer, Brito, & Beccio, (2008).

2.7. Evaluación Sensorial

Es la evaluación que se hace a los alimentos usando los sentidos, y es una técnica tan importante como las fisicoquímicas, microbiológicas, etc. Espinoza Atencia, (2009). Se aplica en distintas áreas de la industria de alimentos como la crear nuevos productos, o mejorar los ya existentes, rectificar etapas de procesamiento o correlacionar el análisis sensorial con los análisis fisicoquímicos. Espinoza Atencia, (2009).

Solo por medio de los sentidos se pueden percibir atributos característicos de los alimentos. Hay características o atributos que se pueden determinar por un solo sentido, mientras que para otras se pueden usar más de un sentido. Espinoza Atencia, (2009).

2.7.1. Sabor

Complejo por su combinación de propiedades; el aroma, gusto y olor. El sabor diferencia un alimento de otro y no el gusto. El sabor es el resultado de los estímulos gustativos que se perciben de un alimento causado por compuestos no volátiles y volátiles que se saborean en la cavidad bucal.

2.7.2. Color

Sensación que se provoca en la retina a través de ondas luminosas, esto se debe a la interacción de la luz en la retina y un componente que requiere de la luz. Sancho Valls, Bota, & De Castro J., (2008). El color se puede medir o cuantificar por medio de instrumentos.

2.7.3. Olor

Separa las sustancias volátiles generados por cuerpos solidos esta separación se realiza en la nariz, siendo una característica la potencia o intensidad.

2.7.4. Textura

Características mecánicas de un alimento. Espinoza Atencia, (2009). La textura se detecta por las manos y la boca. Cauvain & Young, (2009). De la textura depende la aceptabilidad de los alimentos, crujientes o blandos. Cauvain & Young, (2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución

La investigación que se presenta se realizó en;

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (IITA) de la Universidad Nacional del Santa
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Planta Piloto de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

3.2. Materia Prima e Insumos

3.2.1. Materia Prima

- **Harina de trigo**

Se usó Harina de trigo Duro (*triticum durum*), proporcionada por la empresa CIA. MOLINERA DEL CENTRO S.A., ubicado en Av. Nicolás Ayllón 11840 - Ate Vitarte – Lima - Perú.

- **Cañihua**

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en grano se adquirió del Mercado la Perla. La harina de cañihua fue obtenida en forma experimental, siguiendo la metodología de Ritva Repo-Carrasco (1998).

- **Chía**

La chía (*Salvia Hispánica L.*) en grano se adquirió del Mercado la Perla. La harina de chía fue obtenida en forma experimental, siguiendo la metodología de Vázquez Ovando y col., (2007).

3.2.2. Insumos

- **Agua:** Agua potabilizada de medianamente dura, entre 50-100 ppm neutro, procedente de la red hídrica del Distrito de Nuevo Chimbote.

- **Huevos:** se adquirieron del Mercado la Perla – Chimbote.
- **Sal:** La sal fue obtenida del Mercado la Perla – Chimbote.

3.3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.3.1. Equipos

- Mufla, THERMOLYNE.
- pHmetro digital, HACH.
- Cámara de bioseguridad, BIOHAZARD SAFETY CABINET.
- Balanza Analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A G.
- Incubadora, POL-EKO APARATURA.
- Estufa, POL-EKO APARATURA.
- Máquina para hacer pasta italiana, P.W PIN WEI PW150-2
- Texturometro, BROOKFIELD.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA.
- Soxhlet, FOSS.
- Secadora de Bandejas, JARCON DEL PERÚ.
- LabQuest vernier.
- Sensor de Humedad Relativa (código RH-BTA).
- Módulo de Molienda y Tamizado, JARCON DEL PERÚ.
- Cocina a gas, FADIC.
- Refrigeradora, BOSCH.

3.3.2. Materiales de Laboratorio

- Buretas
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Espátula
- Matraces Erlenmeyer (100, 250 y 500 ml).
- Mortero
- Papel filtro
- Pera succionadora
- Pinzas de metal y de madera
- Pipetas (1, 5 y 10 ml)
- Placas Petri

- Probetas (50,100 y 500 ml).
- Termómetro.
- Vasos precipitados (50 y 100 ml).

3.3.3. Reactivos

- Éter etílico anhidro
- Sulfato de sodio anhidro
- Ácido Sulfúrico al 95% - 98%
- Sulfato de Potasio
- Sulfato de Cobre anhidro o Sulfato de Cobre pentahidratado
- Solución indicadora de Rojo de Metilo
- Solución de Hidróxido de Sodio al 50% en peso.
- Solución valorada de Ácido Sulfúrico 0.1 N
- Solución valorada de Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Hidróxido de Sodio al 0.05 N
- Biftalato de Potasio o Hidrogenoftalato de Potasio
- Fenolftaleína al 1% en alcohol absoluto neutro
- Agua destilada
- Éter de petróleo o éter etílico
- Hexano
- Solución de ácido acético –cloroformo
- Solución de almidón al 1%
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)
- Solución saturada de Yoduro de potasio.
- Tiosulfato de sodio 0.01 N

3.3.4. Otros Materiales

- Desecadores.
- Cuchillo.
- Mesa de acero inoxidable.
- Bolsas de polipropileno de alta densidad.
- Crisoles de porcelana.
- Pinzas de metal.
- Jarra plástica.

- Termómetro.
- Ollas.
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables, etc.

3.4. Procedimiento Experimental

3.4.1. Caracterización de la Materia Prima

3.4.1.1. Caracterización del Grano de Cañihua y Chía

Se realizó en el IITA (Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial), de la UNS y los análisis realizados fueron:

a. Humedad:

La determinación se realizó aplicando la **NTP. 205.002 - 1979** (Revisada el 2011). Cereales y Menestras

b. Cenizas:

La determinación se realizó aplicando la NTP 205.004: 1979 (Revisada el 2011). Cereales y Menestras

c. Grasa:

Se determinó el contenido de grasa por arrastre con solvente (hexano), (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

d. Proteína:

El contenido de proteína total se determinó usando el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl),

e. Fibra:

Se cuantifico usando el metodo A.O.A.C.985.29 y 991.43G desarrollados por Lee, Prosky y Tarnner (1993) (Revisada el 2011).

f. Carbohidratos:

Se determinó por la diferencia de cada compuesto determinado. Usando la fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F)$$

3.4.2. Obtención de las Harinas de Cañihua y Chía

3.4.2.1. Harina de Cañihua

El diagrama de flujo para la elaboración de la harina de cañihua se presenta en la figura 5, cuya descripción se presenta a continuación:

- a. **Clasificación y limpieza:** la selección fue manual con el fin de separar los residuos indeseables.
- b. **Tostado:** el tostado se realizó aproximadamente por 2-3 min a una temperatura de 120°C.
- c. **Enfriado:** se enfría en el medio ambiente
- d. **Molienda y tamizado:** en esta etapa se reduce el tamaño de partícula.

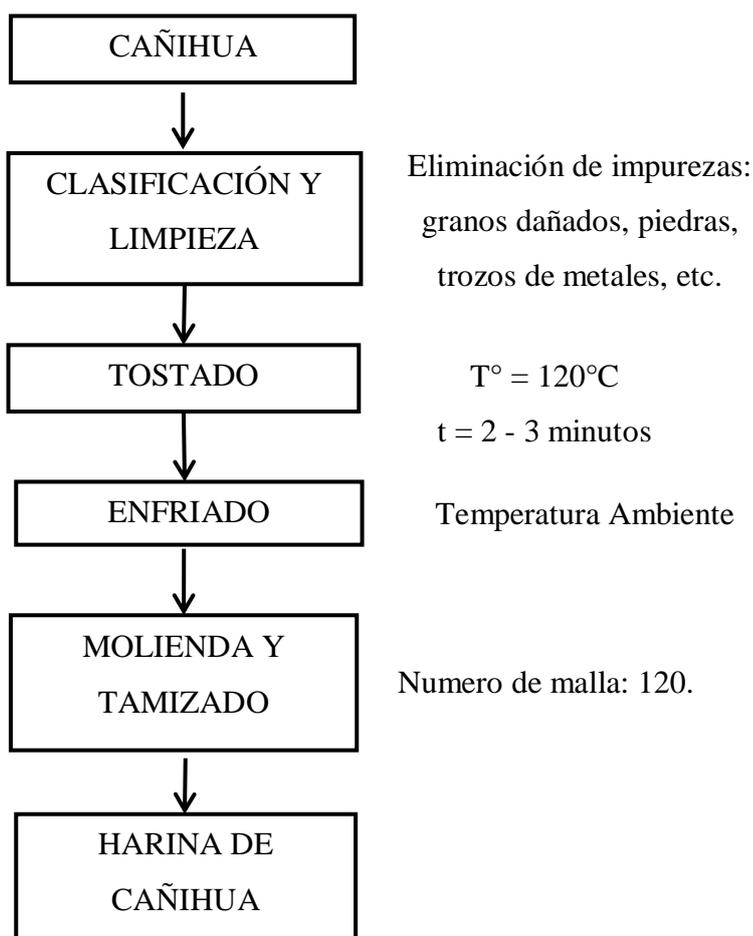


Figura 4: Diagrama de flujo obtención de harina de Cañihua

3.4.2.2. Harina de Chía

La obtención de harina de chía se basó en la metodología de Vázquez Ovando y col., (2007), realizando primero la extracción parcial del aceite por el método prensado en frío.

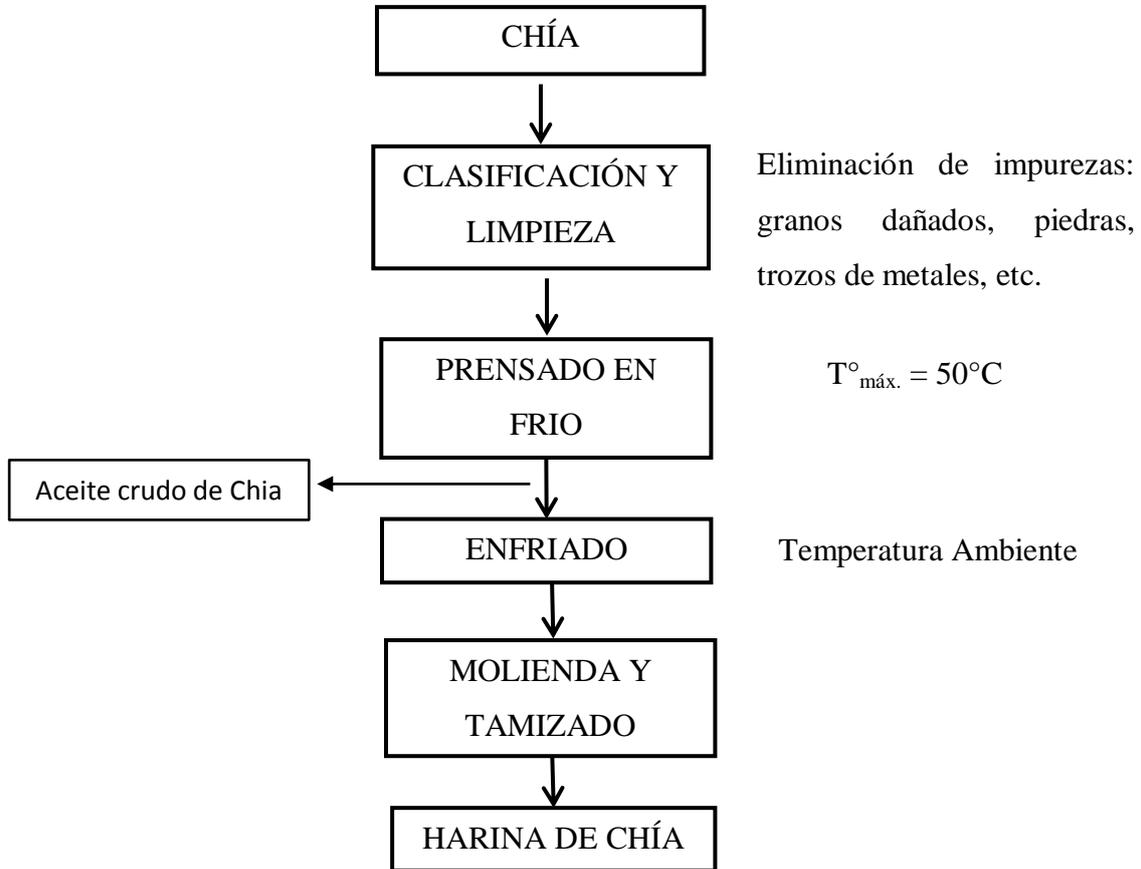


Figura 5 : Diagrama de flujo para la obtención de harina de Chía

El flujo para la elaboración de la harina de chía se presenta en la figura 6, cuya descripción se presenta a continuación:

- a. **Clasificación y limpieza:** los granos de chía fueron seleccionados manualmente, con el objetivo de separar los granos dañados o contaminados, piedras, trozos de metales, etc.
- b. **Prensado en frío:** los granos de chía se sometieron a un prensado en frío utilizando un Expeller, de esta manera se obtuvo el aceite de chía y el grano prensado de chía. El prensado en frío se efectuó a una temperatura máxima de 50°C .

- c. **Enfriado:** la chía prensada se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- d. **Molienda y tamizado:** en esta etapa se reduce el tamaño de partícula.

3.4.2.3. Cálculo del Rendimiento Harinero

Una vez terminada la molienda se calcula el Rh (rendimiento de la harina), en condiciones de humedad de base seca se usa la formula siguiente. (Jacobsen et al. 2009).

$$Rh = \frac{\text{Peso de harina}}{\text{Peso de granos}} \times \frac{(100 - \%Hh)}{(100 - \%Hg)} \times 100$$

Dónde:

Rh = Rendimiento harinero

%Hg = Humedad del grano

%Hh = Humedad de la harina

3.4.3. Caracterización de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía

Se caracterizó cada una de las harinas y se realizó en el IITA (Los análisis se realizaron en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial),

a. Humedad

Se determinó según la N.T.P. 205.037:1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación del contenido de humedad.

b. Proteína

El contenido de proteína total se determinó usando el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl),

c. Grasa

Se determinó el contenido de grasa por arrastre con solvente (hexano), (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

d. Ceniza

Se determinó el contenido de grasa por arrastre con solvente (hexano), (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

e. Fibra

Se cuantifico usando el metodo A.O.A.C.985.29 y 991.43G desarrollados por Lee, Prosky y Tarnner (1993) (Revisada el 2011).

f. Carbohidratos

Se determinó por la diferencia de cada compuesto determinado. Usando la fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F)$$

g. Colorimetría

Para determinar el color se usó el sistema CIElab. Analizando la luminosidad, cromaticidad y ángulo de tonalidad se usó el colorímetro KONICA MINOLTA según Minolta (2008).

3.4.4. Cómputo Químico de las Formulaciones

Se puede determinar la calidad proteica por métodos químicos o biológicos. Siendo uno de los métodos químicos el computo químico o también llamado puntaje químico o score químico. De la Cruz, (2009),

$$\text{Cómputo químico} = \frac{g. AAE. Alimento o mezcla}{g. AAE. Proteína patrón}$$

3.4.5. Elaboración de Pastas Alimenticias

Se aplicó el proceso metodológico de Sanchez (2011), para la elaboración de pastas.

3.4.5.1. Planeamiento Experimental

Se usó un diseño de experimentos DCCR 2², donde la harina de cañihua y de chia son las variables independientes y los niveles son en $-\alpha$, -1, 0, +1, $+\alpha$;

Tabla 15: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2^2

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Harina de Cañihua (%)	10	12.93	20	27.07	30
Harina de Chia (%)	3	4.03	6.5	8.97	10

Se realizó 11 ensayos de los cuales 4 fueron factoriales 4 de manera axial y sus 3 repeticiones.

Tabla 16: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2^2

ENSAYO	VALORES CODIFICADOS *		VALORES REALES	
	V ₁	V ₂	Harina de Cañihua	Harina de Chía
1	+1	-1	27.07	4.03
2	-1	+1	12.93	8.97
3	$+\alpha$	0	30	6.5
4	0	0	20	6.5
5	0	$-\alpha$	20	3
6	0	0	20	6.5
7	0	0	20	6.5
8	+1	+1	27.07	8.97
9	$-\alpha$	0	10	6.5
10	-1	-1	12.93	4.03
11	0	$+\alpha$	20	10

Elaborado Sobre El Paquete DESING – EXPERT, Versión 7.0.0

3.4.5.2. Procedimiento para la Elaboración de Pastas

A continuación se muestra el proceso de elaboración de pastas:

a. Recepción

- **Harina de trigo:**

Se usó harina de trigo comprada en saco de 50 kg. Cumple con la Norma Técnica Peruana 205.027:1986. (Revisado 2011)

- **Harina de Cañihua:**

La harina de Cañihua se obtuvo por los procesos descritos anteriormente.

- **Harina de Chía:**

La harina de Chía obtenida cumple los controles respectivos de calidad.

- **Sal:**

Se usó sal de consumo humano según norma técnica peruana 209.015 2006:

- **Agua:**

Se utilizó agua potabilizada apta para consumo.

- **Huevo:**

La calidad del huevo esta de acuerdo a la Norma Técnica Peruana ISO 24512:2011.

b. Pesado

Se pesa cada uno de las materias primas de acuerdo a la formulación para cada ensayo.

c. Mezclado y amasado

Se realizó de manera manual incorporando los ingredientes para ser mezclados a temperatura ambiente para lograr una humedad del 31 % todo el proceso se realiza en 20 minutos.

d. Laminado

Se usó una máquina para laminar una laminadora para pasta italiana que consta de dos rodillos lisos que giran y comprimen la masa hasta laminarla

e. Cortado

Se corta la lámina obtenida en porciones de 60 cm. y se pasa por los rodillos acanalados para así formar espagueti. Callejo, (2012).



Figura 6: Máquina para hacer pasta italiana, marca: P.W PIN WEI PW150-2, con

En la figura 6: observamos la máquina para hacer pasta P.W. 150-2, carcasa de acero inoxidable, prensa en seis grosores, ancho de lámina 145 mm, tiene un cabezal cortador doble para hacer espaguetis o tallarines, la pasta puede cortarse utilizando el rodillo de corte, Longitud de la zona cortante: 145mm, dimensiones: 21.5 x 19 x 13.5cm

f. Secado

Esta etapa se acondicionó un soporte de madera (usado comúnmente en la elaboración de fideos caseros). El secado se llevó a cabo en el secador de bandejas de marca Jarcon del Perú del IITA. La temperatura de secado fue de 60°C por 5 horas, para cada sustitución.



Figura 7: Soporte de madera usado en el secador de bandejas

g. Enfriado

El enfriamiento fue a 25 °C por un tiempo de 30 min.

h. Envasado

Se uso bolsas de polipropilenos de alta densidad y se sellaron herméticamente.

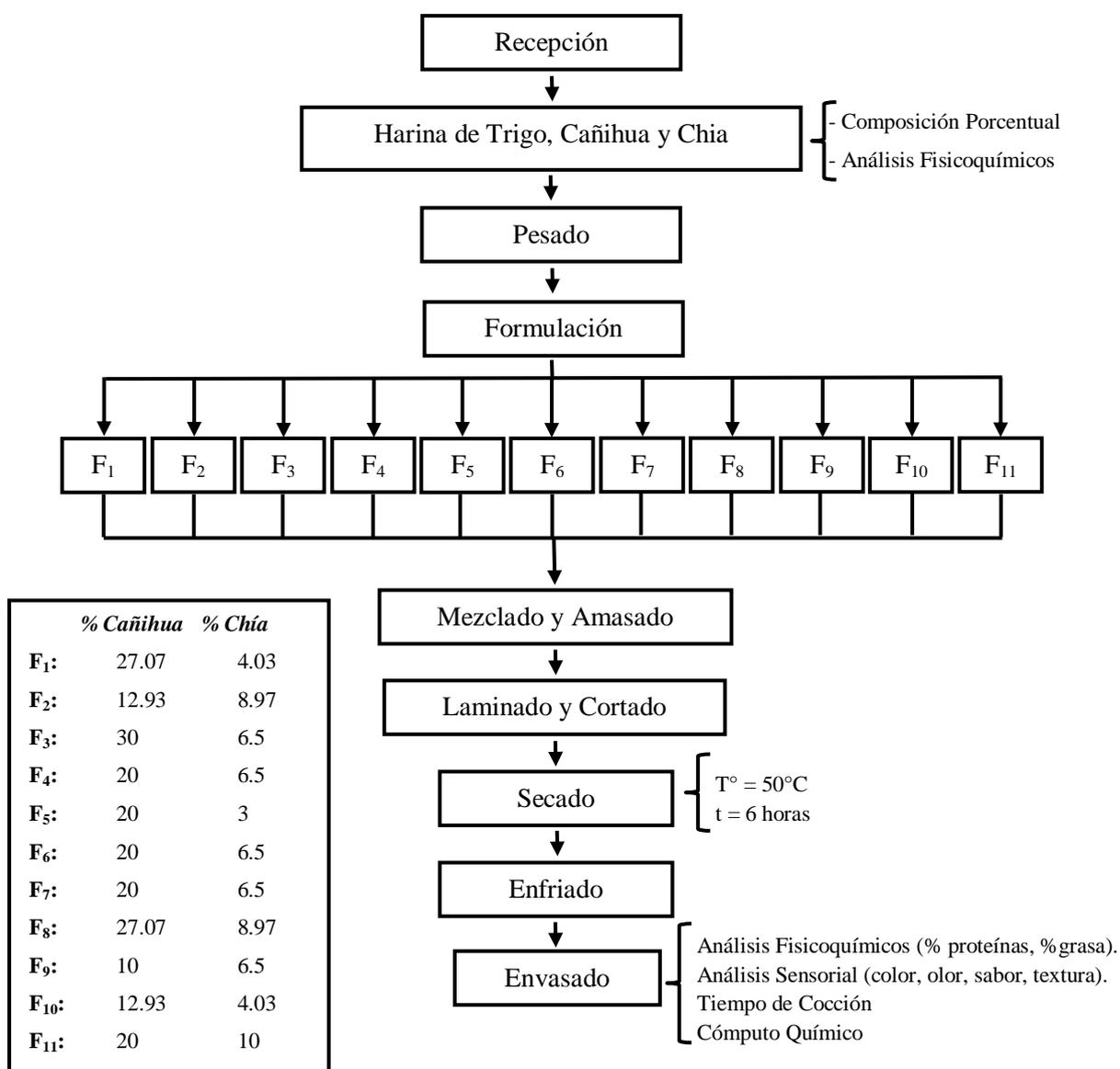


Figura 8: Diagrama de Flujo Experimental para la Elaboración y Evaluación Físicoquímica y Sensorial de la Pasta

3.4.6. Evaluación de la Calidad de las Pastas Alimenticias

3.4.6.1. Análisis Físico-Químico

El análisis fisicoquímico se realizó en el IITA (Los análisis se realizaron en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial),

a. Humedad

Se determinó según la N.T.P. 205.037:1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación del contenido de humedad.

b. Proteína

El contenido de proteína total se determinó usando el método por la N.T.P. 205.005:1979 (Revisada el 2011): cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl),

c. Grasa

Se determinó el contenido de grasa por arrastre con solvente (hexano), (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

Ceniza

Se determinó el contenido de grasa por arrastre con solvente (hexano), (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.

d. Fibra

Se cuantifico usando el metodo A.O.A.C.985.29 y 991.43G desarrollados por Lee, Prosky y Tarnner (1993) (Revisada el 2011).

e. Carbohidratos

Se determinó por la diferencia de cada compuesto determinado. Usando la fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F)$$

f. Colorimetría

Para determinar el color se usó el sistema CIElab. Analizando la luminosidad, cromaticidad y ángulo de tonalidad se usó el colorímetro KONICA MINOLTA según Minolta (2008).

g. Textura:

Se usó el texturometro Brookfield CT3 4500

3.4.6.2. Análisis Sensorial

Se usó el método de la escala hedónica a todas las formulaciones se utilizaron 21 panelistas semi entrenados.

Se evaluó el sabor, olor, color y textura

Se codificó cada muestra con códigos de 4 dígitos y se usó una escala de cinco puntos donde 5 el más alto es muy agradable y 1 el más bajo es muy desagradable. La ficha se presenta en el anexo 5.4.

3.4.7. Análisis Estadístico

Se utilizó el programa estadístico StatGraphic Centurion, con la cual se determinó cada una de las variables, el anova y las superficies de respuesta con un p valor de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de la Materia Prima

4.1.1. Caracterización del Grano de Cañihua y Chía

En la Tabla 17, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de los granos de Cañihua y Chía.

Tabla 17: Composición químico proximal de los granos de Cañihua y Chía

Componentes	Cañihua (g/100 g)	Chía (g/100 g)
Humedad	11,73±0,30	4,52±0.14
Ceniza	3,56 ± 0,20	4,01±0.04
Proteína	14,23±0,02	26,51±0.02
Grasa	3,07± 0.30	29,86±0.09
Carbohidratos	71,84	34,51
Fibra	9,81±0.06	27,11±0.12

Los resultados del análisis de Cañihua mostrados en la tabla nos indican un porcentaje de 11,73% de Humedad, 3,56 % de Cenizas y 14,23% de Proteína, los cuales cumplen con las Tablas Peruanas de Composición de los Alimentos y además son similares a los reportados por Collazos et al., 1975. De la tabla presentada, los resultados obtenidos de la evaluación del grano de Chía indican que tiene un 4,52% de Humedad y 4,01% de Cenizas, además de un contenido de Proteína de 26,51%.

La resistencia de la pasta dependerá de la cantidad y calidad de la proteína y del estado del almidón (gelatinizado o sin gelatinizar, cristalino o gomoso, etc.). Lorenz, (2013), es por ello que la cañihua y la chía son grandes fuentes de proteína con 14.23% y 26.51% respectivamente, para la elaboración de la pasta.

4.2. Cálculo del Rendimiento Harinero

Este valor nos permitió obtener el rendimiento en harina obtenido a partir de los granos de Cañihua y chía. El rendimiento harinero se calculó en base a la fórmula de Jacobsen et al., 2006:

$$Rh = \frac{\text{Peso de harina}}{\text{Peso de granos}} \times \frac{(100 - \%Hh)}{(100 - \%Hg)} \times 100$$

a. Rendimiento Harinero para Grano de Cañihua

$$Rh = \frac{2,68927}{3,00164} \times \frac{(100 - 4,44)}{(100 - 11,73)} \times 100$$

$$Rh = 96,99 \%$$

El valor del rendimiento harinero asciende a 96,99% que representa el porcentaje de grano de Cañihua convertido en harina, esto significa que menos del 4% del grano de Cañihua se ha perdido durante los procesos de elaboración de harina (Molienda).

b. Rendimiento Harinero para Grano de Chía

$$Rh = \frac{1,88604}{2,61527} \times \frac{(100 - 3,832)}{(100 - 4,521)} \times 100$$

$$Rh = 72,64 \%$$

El valor del rendimiento harinero asciende a 72,64% lo que significa que casi el 28% de la cantidad de granos de Chía no fue convertida en harina, además este valor coincide con el contenido aproximado de grasa de la chía, la cual fue sometida a un proceso de extracción de la grasa antes de convertir la “torta” en harina.

4.3. Caracterización de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía semidesgrasada

Tabla 18: Composición químico proximal de las harinas

Componentes	Harina de Cañihua (g/100 g)	Harina de Chía semidesgrasada (g/100 g)	Harina de Trigo (g/100 g)
<i>Humedad</i>	4,44±0,30	3,83±0.14	8,02±0.14
<i>Ceniza</i>	2,96 ± 0,20	3,08±0.04	0,98±0.04
<i>Proteína</i>	28,96±0,02	15,61±0.02	14,48±0.02
<i>Grasa</i>	5,08± 0.30	7,79±0.09	2,08±0.09
<i>Carbohidratos</i>	63,24	34,83	71,75
<i>Fibra</i>	6,80±0.06	21,50±0.12	1,30±0.12

El contenido de proteína de la harina de trigo es de 14,48 el cual se encuentra dentro de los parámetros de la harina de trigo duro que es de (13,5 – 15,0 %) según Ramirez (2007), quien afirma que la cantidad y calidad de proteína es muy importante en la calidad de las pastas y si es menor el contenido de proteínas resulta frágil y se rompe fácilmente, además surgen problemas de hidratación durante el amasado y durante el secado.

La harina para pastas secas debe ser de alto contenido proteico y de buena calidad de ellas, para lograr una alta tenacidad que es lo que se prefiere para las pastas. Feldman y cols., (2009). El contenido de Proteína de las harina de Cañihua y Chía semidesgrasada es superior a 15%, lo que representa un punto a considerarse durante la sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de las Pastas Alimenticias. el contenido de Proteína de las harina de Cañihua y Chía semidesgrasada es superior a 15%, lo que representa un punto a considerarse durante la sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de las Pastas Alimenticias.

Belitz y Grosh (2008), mencionan que el contenido de grasa en una harina de trigo oscila entre 1 – 2,3%, según el grado de extracción. La harina de trigo usada en esta investigación contiene un 2,08% de grasa, valor que se encuentra dentro del rango mencionado.

En cuanto al valor de carbohidratos obtenido (71,75%), este es adecuado para elaborar fideos secos, Bilbao (2007) “menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos. La estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color. Es decir, las propiedades de los alimentos, tanto naturales como procesados, dependen del tipo de carbohidrato que contienen y de las reacciones en que éstos intervienen”.

El contenido de humedad de las tres harinas es menor al 15%, las harinas con un contenido de humedad mayor a 15% están expuestas al ataque de microorganismos según Ramirez, (2007).

La humedad harina de Cañihua y Chía (4,44% y 3,83% respectivamente) cumple con los límites máximo permisibles por la NTP 011.456:2015 Granos Andinos, que establece un máximo de 15% para las harinas elaboradas a partir de los granos andinos.

4.4. Cómputo Químico de las Formulaciones

La calidad de una proteína está determinada por la comparación de su composición de aminoácidos con los requerimientos de aminoácidos esenciales (este estándar se conoce como proteína de referencia). Para el cálculo del contenido de aminoácidos se utilizó como proteína de referencia el patrón de aminoácidos para adultos.

Se calculó el cómputo químico de las diferentes mezclas de las pastas alimenticias en base de Cañihua, Chía y Trigo, se usó como referencia del patrón de los aminoácidos esenciales de la WHO/FAO/UNU 2007 (mg AA/g proteína).

Callejo (2012), mencionó que las proteínas de la harina de trigo, como en la mayoría de vegetales, son deficientes en ciertos aminoácidos, particularmente en algunos aminoácidos esenciales como la lisina, seguido de la treonina, siendo estos los aminoácidos limitantes.

Además Repo-Carrasco (2009), afirma que se pueden cambiar los cereales con las leguminosas, así compensar las deficiencias de ciertos aminoácidos esenciales: lisina y treonina en los cereales y en las leguminosas metionina y

cistina. La recomendación del comité de FAO/OMS, es que el cómputo químico no debe ser menor del 70% del patrón.

En la Tabla 19, se muestra el Score Químico de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias de la cual se observó que la Lisina sigue siendo el aminoácido limitante, para la formulación F9 (*h. trigo 83.5%, h. cañihua 10% y h. chíá 6.5%*), por lo que no alcanza a cubrir los requerimientos que exige la FAO (70%) para el aminoácido limitante, esto es debido a que el trigo tiene bajo contenido de lisina.

Así mismo, en las demás formulaciones no presenta aminoácidos limitantes. Los granos andinos (quinua, cañihua, amaranto) por su excelente contenido de lisina y metionina complementan muy bien a la proteína de cereales como maíz, trigo y arroz. (FAO, 2013).

Tabla 19: Cómputo Químico de las diferentes Formulaciones de Pastas Alimenticias

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Harina de Trigo		68,9	78,1	63,5	73,5	77	73,5	73,5	63,96	83,5	83,04	70
Harina de Cañihua		27,07	12,93	30	20	20	20	20	27,07	10	12,93	20
Harina de Chía		4,03	8,97	6,5	6,5	3	6,5	6,5	8,97	6,5	4,03	10
	Patrón de aminoácidos referencia (mg/g proteína)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Isoleucina	30	133.94	136.61	132.28	135.28	136.38	135.28	135.28	132.37	138.28	138.18	134.17
Leusina	59	103.31	103.22	103.27	103.27	103.33	103.27	103.27	103.22	103.27	103.31	103.20
Lisina	45	77.98	71.00	80.04	74.49	73.87	74.49	74.49	78.86	68.93	70.12	75.11
Met + Cis	22	168.78	156.99	167.89	162.89	166.23	162.89	162.89	164.06	157.89	161.71	159.55
Fen + Tir	38	206.65	214.92	203.94	210.78	211.78	210.78	210.78	205.24	217.63	216.32	209.79
Treonina	23	131.37	129.62	132.24	130.50	130.00	130.50	130.50	132.08	128.76	128.91	131.00
Triptofano	6	187.07	194.88	185.98	190.98	190.45	190.98	190.98	187.81	195.98	194.14	191.50
Valina	39	115.92	118.28	116.07	117.10	116.45	117.10	117.10	116.83	118.12	117.37	117.74
Histidina	15	147.18	142.06	149.28	144.62	143.57	144.62	144.62	148.66	139.95	140.58	145.67

4.5. Evaluación de la Calidad de las Pastas Alimenticias

4.5.1. Análisis Fisicoquímico

a. Humedad

En las tablas se muestran los resultados de los análisis de humedad realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 20: Porcentaje de humedad de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo	H. Cañihua	H. Chía	%
	%	%	%	Humedad
F1	68.90	27.07	4.03	8,120 ±0,004
F2	78.10	12.93	8.97	8,795 ±0,004
F3	63.50	30.00	6.50	7,576 ±0,004
F4	73.50	20.00	6.50	8,297 ±0,003
F5	77.00	20.00	3.00	8,657 ±0,005
F6	73.50	20.00	6.50	8,294 ±0,004
F7	73.50	20.00	6.50	8,292 ±0,003
F8	63.96	27.07	8.97	7,410 ±0,004
F9	83.50	10.00	6.50	9,365 ±0,004
F10	83.04	12.93	4.03	8,179 ±0,004
F11	70.00	20.00	10.00	8,191 ±0,004

En la Tabla 20, se observa que los valores de Humedad para todas las formulaciones de pastas alimenticias son menores al 15% que es el valor máximo permitido por la **NTP 206.010:2016: Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos**. Además, el valor mínimo reportado es de 7,410% que corresponde a la formulación F8 (Harina de Trigo: 63.96%; Harina de Cañihua: 27.07%; Harina de Chía: 8,97%) y el máximo es de 8,795% de la formulación F2 (Harina de Trigo: 78.10%; Harina de Cañihua: 12.93% y Harina de Chía: 8.97%). De la Tabla se puede notar que el contenido de humedad de las Pastas

Alimenticias aumenta a medida que aumenta la participación de Harina de Trigo en la mezcla, esto debido a que la humedad de ésta es 8.023%, mayor a la humedad de las Harinas de Cañihua y Chía.

Tabla 21: Análisis de Varianza para Humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA CAÑIHUA	1.97419	1	1.97419	25.08	0.0041
B:HARINA CHÍA	0.0709854	1	0.0709854	0.90	0.3859
AA	0.000354218	1	0.000354218	0.00	0.9491
AB	0.439569	1	0.439569	5.58	0.0645
BB	0.00127397	1	0.00127397	0.02	0.9037
Error total	0.393642	5	0.0787284		
Total (corr.)	2.88061	10			

R-cuadrada = 86.3348 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 72.6695 porciento

Error estándar del est. = 0.280586

Error absoluto medio = 0.131241

Estadístico Durbin-Watson = 2.18198 (P=0.4419)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.250223

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de HUMEDAD en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 86.3348% de la variabilidad en HUMEDAD. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 72.6695%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.280586. El error medio absoluto (MAE) de 0.131241 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

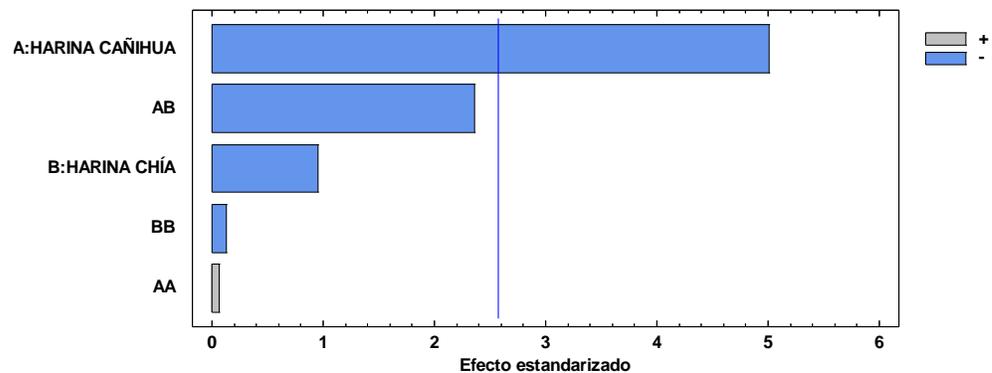


Figura 9: Diagrama de Pareto Estandarizada para HUMEDAD

El Diagrama de Pareto grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar. Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, hay efectos significativos en la variable Harina de Cañihua.

Tabla 22: Coeficientes de Regresión para HUMEDAD

Coeficiente	Estimado
constante	7.43856
A:HARINA CAÑIHUA	0.0467935
B:HARINA CHÍA	0.373474
AA	0.000158458
AB	-0.0189831
BB	-0.0024547

Esta ventana despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{HUMEDAD} = 7.43856 + 0.0467935 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA} + 0.373474 \cdot \text{HARINA CHÍA} + 0.000158458 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA}^2 - 0.0189831 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA} \cdot \text{HARINA CHÍA} - 0.0024547 \cdot \text{HARINA CHÍA}^2$$

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales

Optimizar Respuesta

Meta: mantener HUMEDAD en 14.0

Valor óptimo = 9.5133

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
HARINA CAÑIHUA	10.0	30.0	10.0
HARINA CHÍA	3.0	10.0	10.0

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual mantiene HUMEDAD en 14.0 sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de

uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

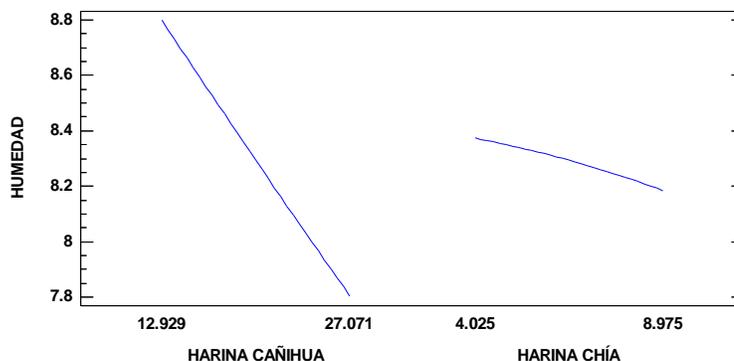


Figura 10: Grafica de Efectos Principales para HUMEDAD

En la figura 12, se puede apreciar el efecto negativo en el contenido de humedad que tiene la sustitución harina de Cañihua y Chía, esto significa que al aumentar los % de harina de cañihua y harina de chía la humedad tiende a disminuir.

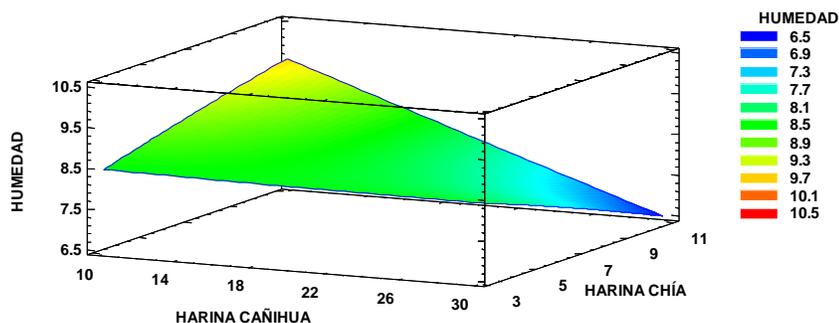


Figura 11: Superficie de Respuesta Estimada para HUMEDAD

b. Cenizas

En las Tablas 31, 32 y 33, se muestran los resultados de los análisis de cenizas realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 23: Porcentaje de cenizas de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo %	H. Cañihua %	H. Chía %	%Ceniza
F1	68.90	27.07	4.03	1,425 ±0,004
F2	78.10	12.93	8.97	1,289 ±0,007
F3	63.50	30.00	6.50	1.473 ±0,007
F4	73.50	20.00	6.50	1,377 ±0,004
F5	77.00	20.00	3.00	1.308 ±0,004
F6	73.50	20.00	6.50	1.377 ±0,000
F7	73.50	20.00	6.50	1.377 ±0,004
F8	63.96	27.07	8.97	1.530 ±0,007
F9	83.50	10.00	6.50	1.234 ±0,007
F10	83.04	12.93	4.03	1.253 ±0,006
F11	70.00	20.00	10.00	1,401 ±0,007

En la Tabla 23, se muestran los resultados de los análisis realizados a las pastas alimenticias enriquecidas con Harina de Cañihua y Harina de Chía, dichos resultados oscilan entre 1.234 ±0,007 y 1.530 ±0,007; valores que sobrepasan el máximo permitido de 1.2% (INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos de Molinería. Pastas Alimenticias. NTC 1055. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2007.

Tabla 24: Análisis de varianza para el porcentaje de cenizas de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA CAÑIHUA	0.0704985	1	0.0704985	229.77	0.0000
B:HARINA CHÍA	0.00928288	1	0.00928288	30.26	0.0027
AA	0.000253659	1	0.000253659	0.83	0.4049
AB	0.00119025	1	0.00119025	3.88	0.1060
BB	0.000218246	1	0.000218246	0.71	0.4375
Error total	0.0015341	5	0.000306821		
Total (corr.)	0.0828705	10			

R-cuadrada = 98.1488 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 96.2976 porciento

Error estándar del est. = 0.0175163

Error absoluto medio = 0.00802154

Estadístico Durbin-Watson = 1.76227 (P=0.1642)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0626344

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de CENIZAS en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98.1488% de la variabilidad en CENIZAS. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 96.2976%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0175163. El error medio absoluto (MAE) de 0.00802154 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

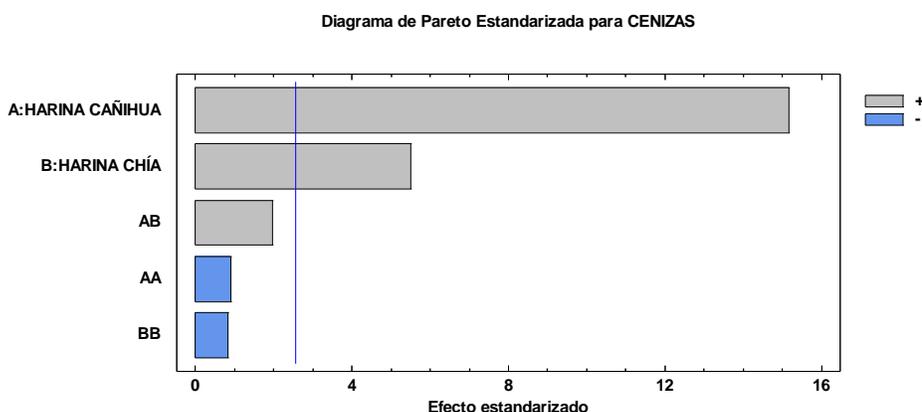


Figura 12: Diagrama de Pareto Estandarizada para CENIZAS

En este caso, figura 13, hay efectos significativos en la variable Harina de Cañihua y Harina de Chía, se puede observar que la Harina de Cañihua y Harina de Chía tiene un efecto positivo en el % de cenizas, debemos recordar que un signo positivo para una variable determinada, indica que debe incrementarse la concentración de este componente para aumentar el contenido en cenizas, del mismo modo el signo negativo indica que su concentración debe disminuirse.

Tabla 25: Coeficientes de Regresión para CENIZAS

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
Constante	1.05379
A:HARINA CAÑIHUA	0.0122197
B:HARINA CHÍA	0.00722929
AA	-0.000134092
AB	0.000987808
BB	-0.001016

Esta ventana despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{CENIZAS} = 1.05379 + 0.0122197 * \text{HARINA CAÑIHUA} + 0.00722929 * \text{HARINA CHÍA} - 0.000134092 * \text{HARINA CAÑIHUA}^2 + 0.000987808 * \text{HARINA CAÑIHUA} * \text{HARINA CHÍA} - 0.001016 * \text{HARINA CHÍA}^2$$

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales

Optimizar Respuesta

Meta: minimizar CENIZAS

Valor óptimo = 1.20476

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
HARINA CAÑIHUA	10.0	30.0	10.0
HARINA CHÍA	3.0	10.0	3.0

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual minimiza % CENIZAS sobre la región indicada.

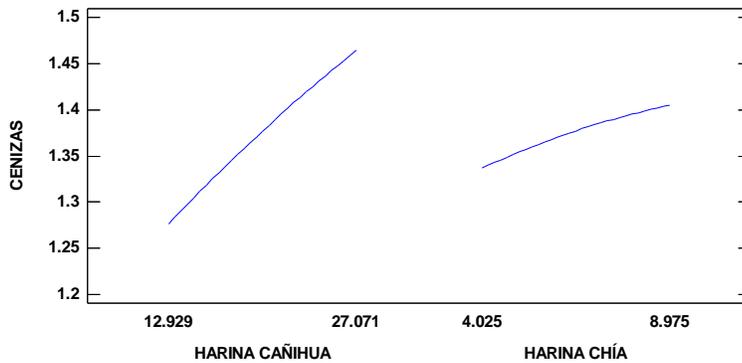


Figura 13: Grafica de Efectos Principales para CENIZAS

En la figura 14, se puede apreciar el efecto positivo en el contenido de cenizas que tiene la harina de Cañihua y Chía, esto significa que al aumentar los % de harina de cañihua y harina de chía el % cenizas tiende a aumentar.

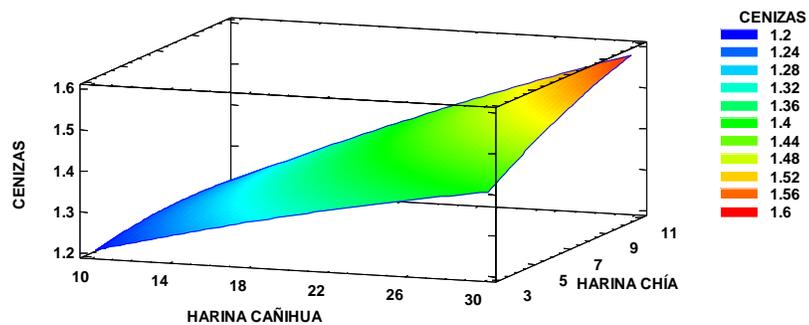


Figura 14: Superficie de Respuesta Estimada para CENIZAS

El contenido de cenizas incrementa a medida que la participación de harina de Cañihua y Chía aumenta, siendo F8 (Harina de Cañihua: 27.07% y Harina de Chía: 8.97%) la que tiene el valor más alto de %Cenizas, 1.5300; y F9 (Harina de Cañihua: 10% y Harina de Chía: 6.5%) la formulación que presenta el menor contenido de cenizas, 1.2340%; esto debido a que la Harina de Cañihua y Harina de Chía contienen un porcentaje de cenizas superior al de la Harina de trigo (2.960% y 3.082% respectivamente).

c. Grasas

En las Tablas se muestran los resultados de los análisis de grasa realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

El contenido de grasa en las pastas alimenticias sufre transformaciones químicas conocidas como rancidez y por lo tanto alteran el producto. Badui (2006) sostiene que los aceites sufren transformaciones químicas, conocidas comúnmente como rancidez, que además de reducir el valor nutritivo producen compuestos volátiles que poseen olores y sabores desagradables. Es por ello que al emplearse la Chía para la elaboración de una pasta alimenticia, ésta fue previamente desgrasada pues posee un contenido de grasa de 29.86%.

Tabla 26: Porcentaje de grasa de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo	H. Cañihua	H. Chía	%Grasa
n	%	%	%	g/100 g
F1	68.90	27.07	4.03	3,337 ±0,004
F2	78.10	12.93	8.97	3,155 ±0,006
F3	63.50	30.00	6.50	3,553 ±0,004
F4	73.50	20.00	6.50	3,216 ±0,006
F5	77.00	20.00	3.00	3,075 ±0,004
F6	73.50	20.00	6.50	3,225 ±0,006
F7	73.50	20.00	6.50	3,209 ±0,001
F8	63.96	27.07	8.97	3,767 ±0,002
F9	83.50	10.00	6.50	3,018 ±0,005
F10	83.04	12.93	4.03	2,982 ±0,002
F11	70.00	20.00	10.00	3,525 ±0,006

En la Tabla 26, se presentan los valores correspondientes al contenido de grasa de las pastas alimenticias enriquecidas con Harina de Cañihua y Harina de Chía, como se observa, el contenido de grasa está relacionado a la mayor participación de Harina de Cañihua y Harina de Chía en la mezcla, esto se debe a que las harinas de Cañihua y Chía tienen un mayor contenido de grasa (5.08% y 7.79% respectivamente), frente a 2.08% que es el contenido de grasa de la Harina de Trigo. Esta tabla, nos confirma que existe diferencia significativa entre las formulaciones excepto entre F4, F6 y F7 que tienen la misma formulación: Harina de Trigo: 73.5%; Harina de Cañihua: 20% y Harina de Chía 6.5%, por lo que no existe diferencia significativa entre sus medias.

Tabla 27: Análisis de varianza para GRASAS

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA CAÑIHUA	0.371345	1	0.371345	289.02	0.0000
B:HARINA CHÍA	0.192023	1	0.192023	149.45	0.0001
AA	0.00850857	1	0.00850857	6.62	0.0498
AB	0.0165122	1	0.0165122	12.85	0.0158
BB	0.0119588	1	0.0119588	9.31	0.0284
Error total	0.0064243	5	0.00128486		
Total (corr.)	0.602203	10			

R-cuadrada = 98.9332 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 97.8664 porciento

Error estándar del est. = 0.0358449

Error absoluto medio = 0.0194574

Estadístico Durbin-Watson = 1.65129 (P=0.1150)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0534041

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de GRASAS en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 5 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98.9332% de la variabilidad en GRASAS. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 97.8664%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0358449. El error medio absoluto (MAE) de 0.0194574 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

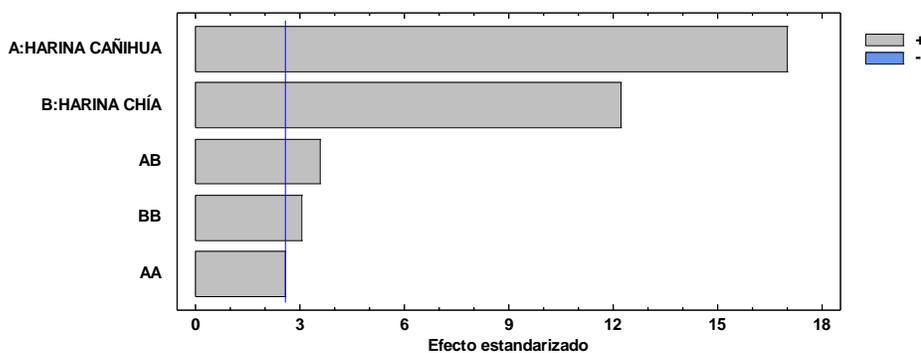


Figura 15: Diagrama de Pareto Estandarizada para GRASAS

En la figura 15, hay 4 efectos significativos. Como se puede observar la harina de cañihua y harina de chía tiene efecto positivo es decir si se incrementa el porcentaje el contenido de grasas de la galleta también, ya que supera el límite marcado como estadísticamente significativo

(línea vertical), un signo positivo para una variable determinada, indica que debe incrementarse la concentración de este componente para aumentar el contenido en grasas, del mismo modo el signo negativo indica que su concentración debe disminuirse.

Tabla 28: Coeficientes de Regresión para GRASAS

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
Constante	3.30666
A:HARINA CAÑIHUA	-0.0245083
B:HARINA CHÍA	-0.108692
AA	0.000776615
AB	0.00367923
BB	0.00752076

Esta ventana despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{GRASAS} = 3.30666 - 0.0245083 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA} - 0.108692 \cdot \text{HARINA CHÍA} + 0.000776615 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA}^2 + 0.00367923 \cdot \text{HARINA CAÑIHUA} \cdot \text{HARINA CHÍA} + 0.00752076 \cdot \text{HARINA CHÍA}^2$$

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Optimizar Respuesta

Meta: minimizar GRASAS

Valor óptimo = 2.96739

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
HARINA CAÑIHUA	10.0	30.0	10.0
HARINA CHÍA	3.0	10.0	4.78111

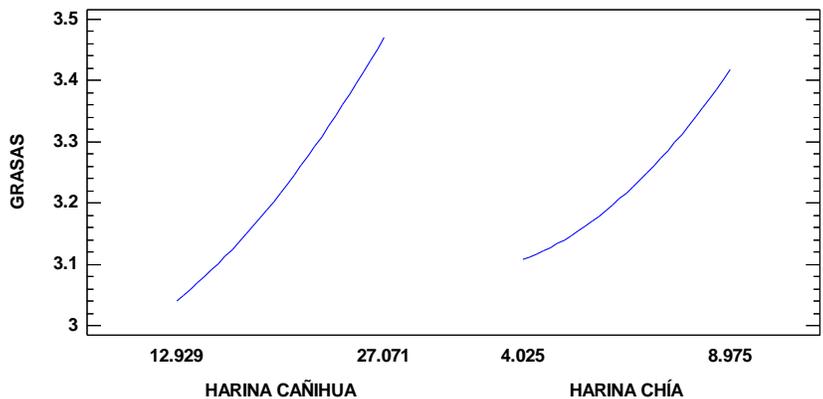
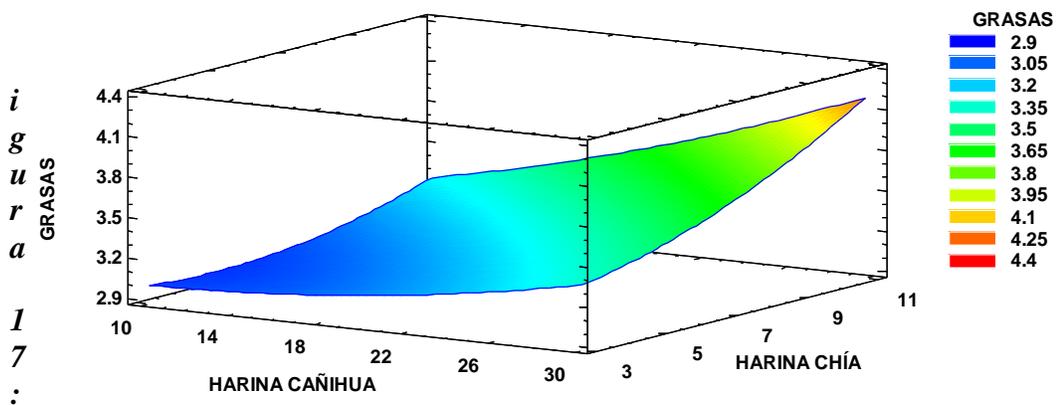


Figura 16: Grafica de Efectos Principales para GRASAS

En la figura 16, se puede apreciar el efecto positivo en el contenido de grasas que tiene la harina de Cañihua y Chía, esto significa que al aumentar los % de harina de cañihua y harina de chía el % de GRASAS tiende a aumentar.



Superficie de Respuesta Estimada para GRASAS

d. Fibra

En las Tabla 29, se muestran los resultados de los análisis de fibra realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 29: Porcentaje de fibra de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo	H. Cañihua	H. Chía	%Fibra
	%	%	%	g/100 g
F1	68.90	27.07	4.03	10,844 ±0,009
F2	78.10	12.93	8.97	11,149 ±0,003
F3	63.50	30.00	6.50	11,739 ±0,001
F4	73.50	20.00	6.50	10, 806 ±0,003
F5	77.00	20.00	3.00	9,738 ±0,001
F6	73.50	20.00	6.50	10,806 ±0,004
F7	73.50	20.00	6.50	10,804 ±0,004
F8	63.96	27.07	8.97	12,686 ±0,001
F9	83.50	10.00	6.50	9,434 ±0,005
F10	83.04	12.93	4.03	8,263 ±0,003
F11	70.00	20.00	10.00	12,233 ±0,009

De las Tabla 29, se observa que el contenido de fibra de las pastas alimenticias incrementa a medida que la participación de harina de Cañihua y Chía aumenta, siendo F8 (Harina de Cañihua: 27.07% y Harina de Chía: 8.97%) la que tiene el valor más alto de %Fibra, 12,6860; y F10 (Harina de Cañihua: 12.93% y Harina de Chía: 4.03%) la formulación que presenta el menor contenido de Fibra, 8,2630%; esto debido a que ésta formulación es la que presenta mayor participación de Harina de Trigo, 83.04%, la cual tiene el menor contenido de fibra (1.390%) comparado con las Harinas de Cañihua y Chía.

Tabla 30: Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA CAÑIHUA	6.8038	1	6.8038	121.69	0.0001
B:HARINA CHÍA	8.5187	1	8.5187	152.36	0.0001
AA	0.0839186	1	0.0839186	1.50	0.2751
AB	0.272484	1	0.272484	4.87	0.0783
BB	0.0339345	1	0.0339345	0.61	0.4712
Error total	0.27955	5	0.05591		
Total (corr.)	16.0381	10			

R-cuadrada = 98.257 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 96.5139 por ciento

Error estándar del est. = 0.236453

Error absoluto medio = 0.121576

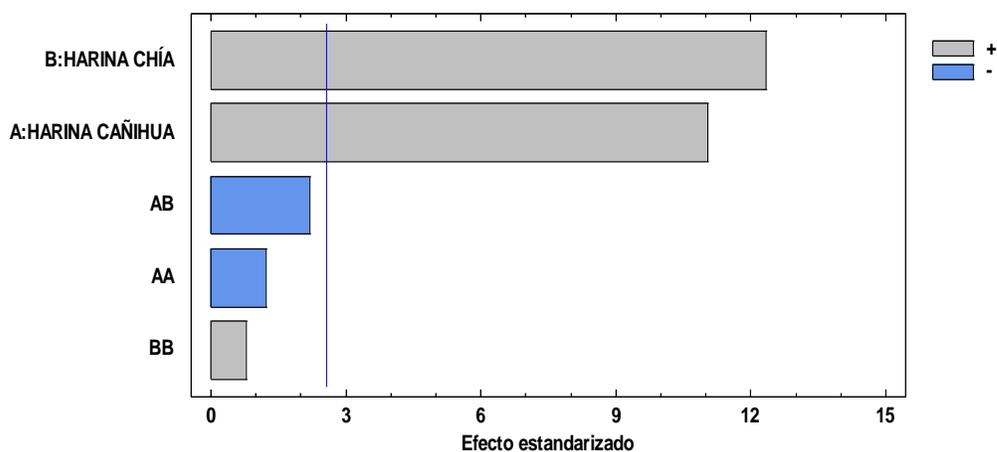
Estadístico Durbin-Watson = 2.65933 (P=0.7963)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.41436

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de FIBRA en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98.257% de la variabilidad en FIBRA. El estadístico R-cuadrada

ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 96.5139%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.236453. El error medio absoluto (MAE) de 0.121576 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación



lación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Figura 18: Diagrama de Pareto Estandarizada para FIBRA

Como se puede observar en la figura 19, hay efectos significativos, la Harina de Cañihua y Harina de Chía tiene un efecto positivo en el % de fibra, debemos recordar que un signo positivo para una variable determinada, indica que debe incrementarse la concentración de este componente para aumentar el contenido en fibra.

Tabla 31: Coeficientes de Regresión para FIBRA

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
Constante	3.10048
A:HARINA CAÑIHUA	0.325138
B:HARINA CHÍA	0.551589
AA	-0.00243897
AB	-0.014946
BB	0.0126689

Esta ventana despliega la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\mathbf{FIBRA} = 3.10048 + 0.325138 * \text{HARINA CAÑIHUA} + 0.551589 * \text{HARINA CHÍA} - 0.00243897 * \text{HARINA CAÑIHUA}^2 - 0.014946 * \text{HARINA CAÑIHUA} * \text{HARINA CHÍA} + 0.0126689 * \text{HARINA CHÍA}^2$$

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar FIBRA

Valor óptimo = 12.9585

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
HARINA CAÑIHUA	10.0	30.0	30.0
HARINA CHÍA	3.0	10.0	10.0

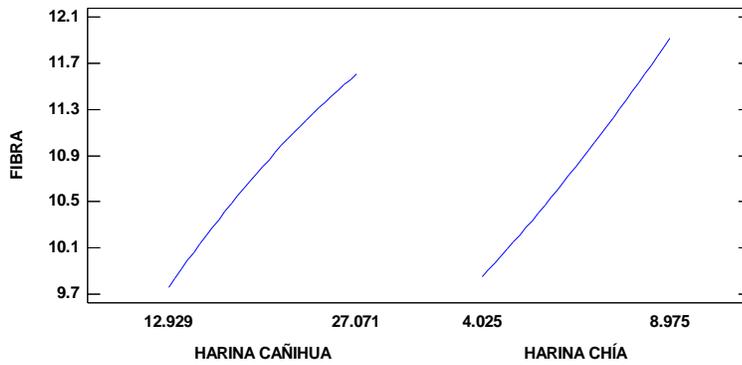


Figura 19: Grafica de Efectos Principales para FIBRA

En la figura 19, se puede apreciar el efecto positivo en el contenido de fibra que tienen las harinas de Cañihua y Chía, esto significa que al aumentar los % de harina de cañihua y harina de chía el % de FIBRA tiende a aumentar

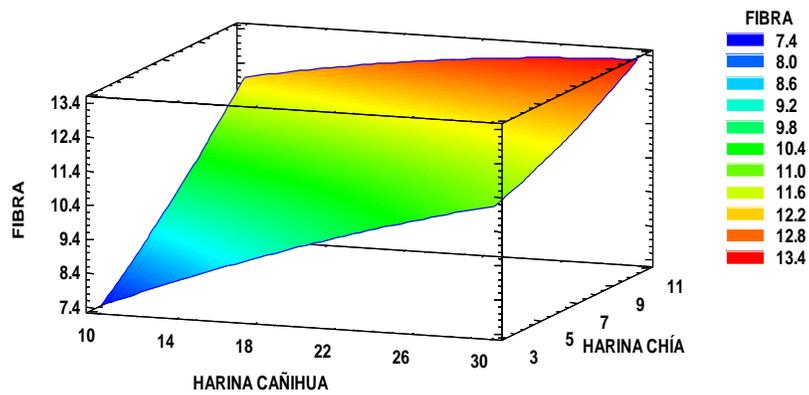


Figura 20: Superficie de Respuesta Estimada para FIBRA

e. Color

En la Tabla 32, se presentan los resultados de la evaluación del color de las pastas alimenticias.

Tabla 32: Evaluación instrumental del color de las Pastas

Alimenticias

Formulación	a*	b*	L*	C*	h*
F1	3.84	14.62	52.83	52.97	1.50
F2	4.80	19.02	50.05	50.28	1.48
F3	4.12	14.14	50.15	50.32	1.49
F4	4.10	15.95	51.17	51.33	1.49
F5	3.95	16.13	54.04	54.18	1.50
F6	4.12	15.86	51.52	51.68	1.49
F7	4.14	15.66	51.08	51.25	1.49
F8	4.48	15.95	47.46	47.67	1.48
F9	4.84	19.88	51.86	52.09	1.48
F10	4.28	18.12	54.65	54.81	1.49
F11	4.45	16.60	49.58	49.78	1.48

De la Tabla 32, podemos observar que las pastas alimenticias tienden a tener un color rojo/marrón a medida que incrementa la participación de Harina de chía en la mezcla como es el caso de F2, F8 y F9; además son estas mismas formulaciones las que presentan valores más altos en el espacio B, es decir que tienden al color amarillo. Las formulaciones que presentan una mayor luminosidad son aquellas que tienen mayor participación de harina de trigo como son el caso de F5, F9 y F10.

Esto debido a que tanto la Cañihua como la Chía son ricas en antocianinas, que son pigmentos naturales y además actúan como antioxidantes. Además se debe tener en consideración que, una temperatura excesiva durante el secado es indeseable, ya que provocará la aparición de color marrón en la pasta debido a un pardeamiento no enzimático extremo (reacciones de Maillard).
Sissons, (2009).

f. Textura

En la siguiente tabla, se muestran los resultados de los análisis de Textura realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 33: Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo	H. Cañihua	H. Chía	Textura
	%	%	%	(mJ)
F1	68.90	27.07	4.03	0,100 ±0,011
F2	78.10	12.93	8.97	0.120 ±0,011
F3	63.50	30.00	6.50	0.095 ±0,011
F4	73.50	20.00	6.50	0.095 ±0,011
F5	77.00	20.00	3.00	0,100 ±0,011
F6	73.50	20.00	6.50	0.095 ±0,011
F7	73.50	20.00	6.50	0.095 ±0,011
F8	63.96	27.07	8.97	0.095 ±0,011
F9	83.50	10.00	6.50	0.095 ±0,011
F10	83.04	12.93	4.03	0.095 ±0,011
F11	70.00	20.00	10.00	0.095 ±0,011
Patrón				0.095

De la Tabla 33, podemos observar la Textura, expresada como el trabajo ejercido para romper la pasta cocida (firmeza), dichos análisis se realizaron a las formulaciones de pasta cocidas al dente y al final fueron comparadas con una pasta comercial (Patrón) de características similares a la pasta elaborada. Firmeza es la resistencia inicial que ofrece la pasta cocinada a la penetración cuando se aplasta entre los dedos o cuando se muerde. Anzaldúa (2010).

La evaluación de la textura de las formulaciones arrojó valores que fluctúan entre el 0.095 mj y 0.120 mj, cuyos valores son cercano al patrón de 0.095 mJ (pasta comercial).

Tabla 34: Análisis de varianza para Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	0.00111	10	0.000111	0.44	0.8944
Error	0.00275	11	0.00025		
Total (Corr.)	0.00386	21			

CV: 13,74%

El Valor-P de 0,8944 es mayor a 0.05, lo que significa que no hay diferencia significativa entre las formulaciones, por lo que se realizó la comparación entre las medias.

Tabla 35: Pruebas de Múltiple Rangos para Textura de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias (Method: 95.0 LSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F3	2	0.095	A
F7	2	0.095	A
F10	2	0.095	A
F9	2	0.095	A
F4	2	0.095	A
F11	2	0.095	A
F6	2	0.095	A
F5	2	0.1	A
F8	2	0.1	A
F1	2	0.1	A
F2	2	0.12	A

De la Tabla 35, podemos observar que hay 1 grupo homogéneo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las formulaciones, a un nivel del 95% de confianza, asimismo entre todas las formulaciones y el patrón (pasta comercial) no existe diferencia significativa, es decir todas las formulaciones llegaron a tener la misma textura en cuanto a pasta cocinada. Una pasta cocinada se caracteriza por mantener una buena textura, ser resistente a la desintegración de la superficie y a la pegajosidad, y conservar una estructura firme o una consistencia al dente. Troccoli, (2008).

La textura es una mezcla de los elementos relativos a la estructura del alimento (tanto mecánico como reológico) y a la manera en la cual están relacionados con los sentidos fisiológicos (tacto, vista y oído). En el caso alimentos sólidos, las propiedades texturales se manifiestan cuando el alimento es sometido a deformación. Ureña y D`Arrigo, (2010).

4.6. Evaluación Sensorial

4.6.1. Evaluación Sensorial del Color

En la Tabla 70 (ver ANEXO VI) se presentan los Resultados de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador COLOR

Tabla 36: Análisis de varianza para el Indicador COLOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	36.77	10	3.68	6.84	0.0001
Error	118.19	220	0.54		
Total (Corr.)	154.96	230			

CV total =20.06 %

Tabla 37: Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos		
F8	21	3,10	A		
F3	21	3,14	A		
F6	21	3,19	A		
F7	21	3,19	A		
F1	21	3,38	A		
F4	21	3,52	A	B	
F11	21	3,62	A	B	C
F5	21	3,71	A	B	C
F2	21	3,76	A	B	C
F9	21	4,24		B	C
F10	21	4,29			C

Se han identificado 3 Grupos Homogéneos, de los cuales se puede ver que dentro de ellos la aceptabilidad del color de las pastas alimenticias no presenta diferencias significativas para los 21 panelistas.

Donde sí se encuentra diferencia significativa es entre la F10 y F8, F3, F6, F7, F1, siendo la formulación más aceptada por el panel en cuanto al indicador COLOR, la formulación F10 que presenta una mayor participación de Harina de Trigo en la mezcla.

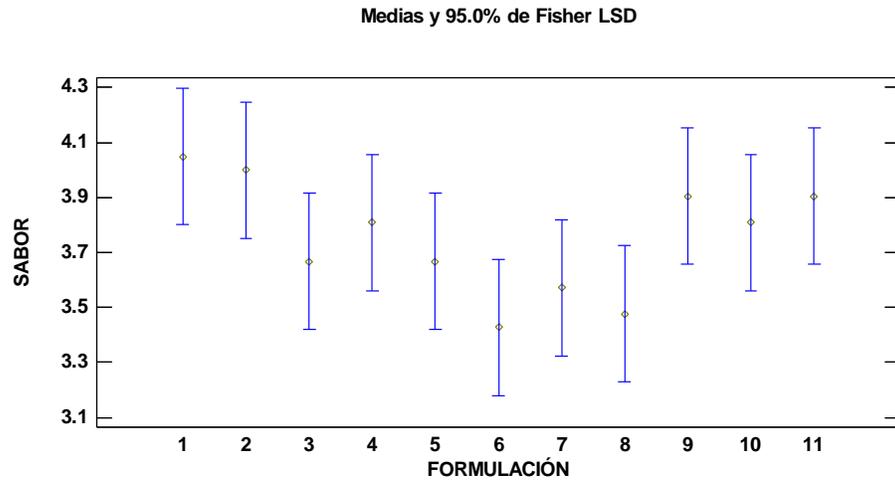


Figura 21: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para SABOR

4.6.2. Evaluación Sensorial del Olor

En la Tabla 71 (ver ANEXO VI) se presentan los Resultados de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador OLOR

Tabla 38: Análisis de varianza para el Indicador OLOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	14.99	10	1.50	3.06	0.0012
Error	107.90	220	0.49		
Total (Corr.)	122.89	230			

CV total = 19.21%

Tabla 39: Pruebas de Múltiple Rangos para OLOR por Formulaciones
(Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos	
F6	21	3,29	A	
F3	21	3,38	A	
F8	21	3,38	A	
F7	21	3,38	A	
F4	21	3,52	A	B
F2	21	3,71	A	B
F5	21	3,76	A	B
F10	21	3,81	A	B
F11	21	3,86	A	B
F9	21	3,90	A	B
F1	21	4,10	B	

Se han identificado 2 Grupos Homogéneos, dentro de cada uno de ellos los panelistas no encontraron diferencias significativas, o lo que es para ellos igual de aceptables para el indicador OLOR.

La formulación con mayor Aceptabilidad fue la F1 (Harina de Trigo: 68,90%; Harina de Cañihua: 27.07% y Harina de Chía: 4,03%) con un puntaje de 4,10.

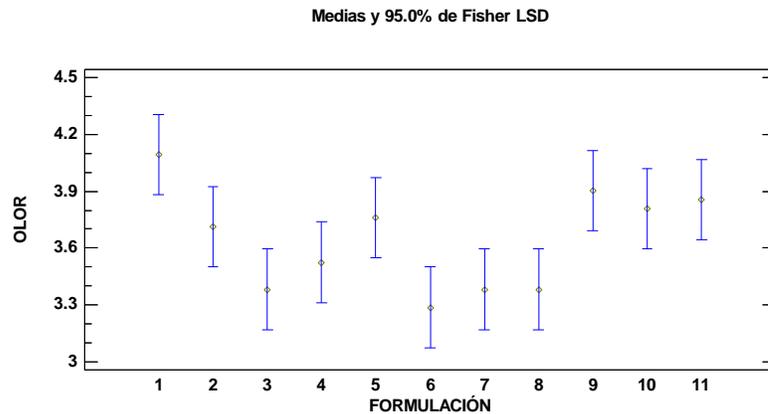


Figura 22: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para OLOR

4.6.3. Evaluación Sensorial del Sabor

En la Tabla 72 (ver ANEXO VI) se presentan los Resultados de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador SABOR

Tabla 40: Análisis de varianza para el Indicador SABOR de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	9.03	10	0.90	1.36	0.1996
Error	145.90	220	0.66		
Total (Corr.)	154.94	230			

CV total = 19.21%

El Valor-P obtenido de la Prueba-F, fue de 0.1996, mayor a 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre las formulaciones a un nivel de confianza de 95%.

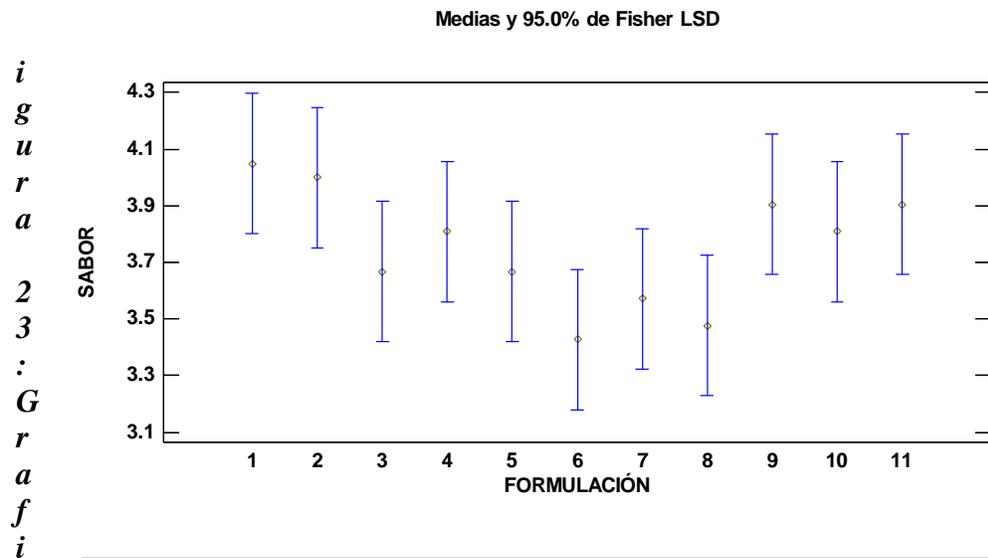
En la tabla 49, se ha identificado 1 Grupo Homogéneo, esto confirma que no existe diferencia significativa para los panelistas entre las diferentes pastas presentadas durante la evaluación para el indicador Sabor,

asimismo fue la Formulación F1 Harina de Trigo: 68,90%; Harina de Cañihua: 27.07% y Harina de Chía: 4,03%) la que obtuvo el mayor puntaje (4,05).

Al consumidor final le interesa la calidad de la pasta en la cocción así como el aroma, el sabor, el color, la apariencia y el valor nutricional (Sissons, 2004).

Tabla 41: Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	N	Media	Grupos Homogéneos
---------------	---	-------	-------------------



ca de medias y 95% de Fischer LSD para SABOR

4.6.4. Evaluación Sensorial de la Textura

En la Tabla 73 (ver ANEXO VI) se presentan los Resultados de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador TEXTURA.

Tabla 42: Análisis de varianza para el Indicador TEXTURA de las diferentes formulaciones de Pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	7.28	10	0.73	1.45	0.1594
Error	110.38	220	0.50		
Total (Corr.)	117.66	230			

CV total = 19,34%

El Valor-P de 0.1594 al ser mayor que 0.05 indica que no existe diferencia significativa entre las diferentes formulaciones de pastas.

Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F6	21	3,38	A
F8	21	3,38	A
F2	21	3,52	A
F7	21	3,52	A
F5	21	3,62	A
F10	21	3,76	A
F11	21	3,76	A
F4	21	3,76	A
F1	21	3,81	A
F3	21	3,86	A
F9	21	3,90	A

Se han identificado 1 Grupo Homogéneo, lo que expresa que no hay diferencia significativa entre los puntajes de Textura dados por el panel a las diferentes formulaciones de pastas presentadas.

Asimismo, la formulación con mayor puntaje fue F9 que es la que tiene mayor participación de Harina de Trigo (83.50%) comparada con las demás formulaciones.

Al sustituir las pastas con harinas de cañihua y chíá, las características sensoriales de las pastas se ven afectadas en todos los atributos, especialmente los relacionados con la textura. Esto se reafirma con los resultados de los ensayos del presente estudio para propiedades mecánicas de las pastas alimenticias. Rayas-Duarte et al. (1996) reportaron cambios desfavorables en la textura sensorial de pastas sustituidas con harina de amaranto y lupino. Igualmente lo reporta Wu (2001) con pastas sustituidas con proteína de germen de maíz (5% y 10%). Granito et al. (2003) observaron desintegración de las pastas sustituidas al 90% con harina de germen desgrasado de maíz, frijol Orituco, almidón de yuca y adición de estearoil lactilato sódico, y disminución de la consistencia en aquellas sustituidas al 55% y 70%. Así mismo las pastas elaboradas con harinas de frijol crudas presentaron menor consistencia que las de harinas de frijol cocidas.

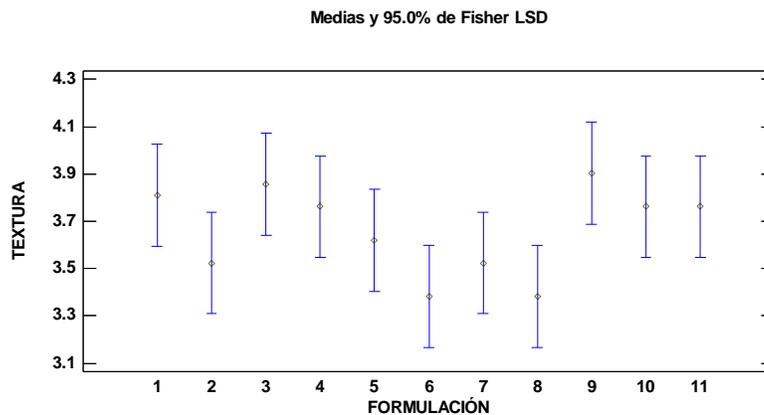


Figura 24: Grafica de medias y 95% de Fischer LSD para TEXTURA

4.7. Proteína

El análisis de proteínas se realizó a las 3 pastas alimenticias con los más altos puntajes en la evaluación sensorial, una con un puntaje medio y otra con un puntaje menor. Fueron cinco las formulaciones de pastas alimenticias evaluadas. En las Tabla 44,45 y 46 se muestran los resultados de los análisis de proteína realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 44: Porcentaje de proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo %	H. Cañihua %	H. Chía %	% Proteína g/100 g
F1	68.90	27.07	4.03	18,395 ±0,013
F4	73.50	20.00	6.50	18,335 ±0,012
F8	63.96	27.07	8.97	18,491 ±0,018
F9	83.50	10.00	6.50	18,143 ±0,037
F10	83.04	12.93	4.03	18,202 ±0,012

El contenido de proteínas está directamente relacionado al incremento de la participación de la Harina de Cañihua en la Pasta alimenticia, secundada por la participación de la Harina de Chía siendo la formulación con un contenido de proteína mayor la F8 (Harina de Cañihua: 27.07% y Harina de Chía: 8.97%) y la que presenta el menor valor la F9 (Harina de Cañihua: 10% y Harina de Chía: 6.5%) con un contenido de proteína de 18.1425%, esta formulación además presenta la mayor participación de Harina de Trigo (83.50%), que contiene un 15.61% de proteína, valor que es menor a los presentados por las Harinas de Cañihua y Chía.

Tabla 45: Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	0,16075	4	0,04019	91,60	0.001
Error	0,00219	5	0,00044		
Total (Corr.)	0,16294	9			

CV: 0,73%

El Valor-P (0.001) menor a 0.05 expresa que existe diferencia significativa entre las formulaciones con un nivel de confianza de 95%.

Tabla 46: Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias (Method: 95.0 Duncan HSD)

Formulaciones	N	Media	Grupos Homogéneos
F9	2	18.1425	A
F10	2	18.2015	B
F4	2	18.3345	C
F1	2	18.3950	D
F8	2	18.4910	E

Asimismo, observamos que de los 9 Grupos Homogéneos presentados, uno corresponde a las formulaciones F4, F6 y F7 que presentan los mismos porcentajes de participación de las harinas (Harina de Trigo: 73.5%; Harina de Cañihua: 20% y Harina de Chía: 6.5%) no encontrándose diferencia significativa entre ellas.

Según Callejo (2012) son la calidad y cantidad de proteínas, que caracterizan el gluten, los factores que tienen el papel más destacado en la calidad de las pastas. Esta se manifiesta en la tenacidad, la elasticidad y la cocción.

La penetración de agua durante la cocción de las pastas es principalmente una función de la proteína contenida. La gelatinización del almidón toma lugar en dirección hacia adentro y ocurre a una rápida velocidad a concentraciones bajas de proteína. Si se examina el fideo cocido mediante microscopía electrónica, éste exhibe una red filamentosa cerca de la superficie que corresponde a una red de almidón cubierto por proteína interconectada por fibras de almidón postularon que, si la coagulación de la proteína prevalece, las partículas de almidón estarán atrapadas en la red proteínica, provocando la firmeza de la pasta. Si prevalecen la hinchazón y gelatinización del almidón, la proteína coagulará en masas discretas y no en una estructura continua, cuando se obtiene una pasta blanda y pegajosa (Maningat et al., 2009).

Las proteínas aportadas por la Cañihua y la Chía, no aportan gluten, por lo que su participación es importante teniendo en cuenta su calidad proteica (Perfil de aminoácidos).

El mejoramiento nutricional de la pasta involucra principalmente un incremento del contenido de proteína y fibra dietaria, y la fortificación con vitaminas y minerales. Las harinas con alto contenido de proteína como las de soya, frejol y haba, pueden adicionarse para aumentar el contenido de proteína en la pasta más del 15% y mejorar el contenido de aminoácidos limitantes, particularmente la lisina. Para incrementar los niveles de minerales, vitaminas y fibra dietaria, se pueden incorporar alforfón (*Fagopyrum tataricum*), trigo entero (*Triticum aestivum* L.), alcachofa (*Cynara scolymus* L.) o amaranto (*Amaranthus caudatus*), todos con beneficios para la salud Sissons, (2009).

4.8. Cálculo del Valor Calórico

En la Tabla 47 y 48 se muestran los resultados de los análisis de carbohidratos y valor calórico realizados a las diferentes formulaciones de pastas alimenticias.

Tabla 47: Porcentaje de carbohidratos de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo %	H. Cañihua %	H. Chía %	Carbohidratos
F1	68.90	27.07	4.03	68,720 ± 0,004
F4	73.50	20.00	6.50	68,776 ± 0,003
F8	63.96	27.07	8.97	68,799 ± 0,004
F9	83.50	10.00	6.50	68,241 ± 0,004
F10	83.04	12.93	4.03	68,385 ± 0,003

La pasta es considerada como un alimento saludable siendo relativamente bajo en grasa, alto en carbohidratos y con un buen contenido de proteína. Sissons, (2009). La composición y, por lo tanto, el valor nutritivo de la pasta dependerán de la calidad de las sémolas o harinas y del grado de extracción. Los hidratos de carbono (almidón) son los nutrientes más abundantes.

Tabla 48: Porcentaje de carbohidratos de las diferentes formulaciones de pastas alimenticias

Formulación	H. Trigo %	H. Cañihua %	H. Chía %	Valor Calórico (Kcal/100 g)
F1	68.90	27.07	4.03	382,2
F4	73.50	20.00	6.50	381,2
F8	63.96	27.07	8.97	386,5
F9	83.50	10.00	6.50	376,6
F10	83.04	12.93	4.03	377,1

De la Tabla 60 se observa que la pasta alimenticia F8 es la que aporta un mayor valor calórico y es a su vez la que menor puntaje obtuvo en la evaluación sensorial.

Asimismo, se observa que la Formulación F9 es la que menor aporte calórico brinda, esta es la pasta alimenticia que resulto ser más aceptable para el panel.

Las pastas son alimentos de alto valor energético y se recomiendan en la dieta habitual de la población y, en especial, de los que requieren un mayor aporte energético como niños, adolescentes, personas con profesiones de gran actividad o desgaste físico y en determinadas enfermedades y periodos de convalecencia, en los que se requiere aumentar el aporte calórico. Gil, (2010).

4.9. Tiempo de Cocción de los Fideos

El tiempo de cocción influye 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 su color cambia, aspectos desagradables para los consumidores. Samaan et al., (2006).

Tabla 49: Tiempo de cocción (minutos) para las formulaciones de Pastas Alimenticias

Formulación	H. Trigo %	H. Cañihua %	H. Chía %	Tiempo de cocción (min)
F1	68.90	27.07	4.03	11.00
F2	78.10	12.93	8.97	10.50
F3	63.50	30.00	6.50	11.30
F4	73.50	20.00	6.50	10.00
F5	77.00	20.00	3.00	10.00
F6	73.50	20.00	6.50	11.00
F7	73.50	20.00	6.50	10.58
F8	63.96	27.07	8.97	11.00
F9	83.50	10.00	6.50	10.19
F10	83.04	12.93	4.03	10.00
F11	70.00	20.00	10.00	11.30

De la Tabla 49, se observa que el Tiempo de Cocción aumenta a medida que incrementa la sustitución de Harina de Trigo por Harina de Cañihua y Chía, por ejemplo la formulación F10 (Harina de Trigo: 83.04%) tiene un Tiempo de cocción menor (10.00 min) comparado con F3 (Harina de Trigo:63.50%) que tiene un Tiempo de cocción de 11.30 min.

En el estudio de Astaíza et al. (2010) evaluó el tiempo de cocción, evidenciando que se vio incrementado en 10 minutos en las pastas sustituidas con harina de quinua, sin encontrar diferencia significativa entre las pastas enriquecidas.

Las pastas sustituidas mostraron valores menores de tiempo de cocción y menor absorción de agua.

Torres et al. (2007) sustituyeron pastas con semillas germinadas de guandul (*Cajanus Cajan*) obteniéndose productos con buena aceptación por parte del consumidor, con mayor contenido de proteína y vitaminas, pero con menor calidad de cocción al incrementarse la degradación por pérdida de sólidos que aumentó con el porcentaje de sustitución. Gallegos-Infante et al. (2010) estudiaron la calidad de pastas sustituidas con harina de frijol común mexicano (*Phaseolus vulgaris* L.), encontrando que las pastas con mayor porcentaje de sustitución mostraron mayores pérdidas por cocción y contenido de proteína, mientras que se obtuvieron tiempos de cocción menores en comparación con controles de pasta elaborada con 100% trigo.

V. CONCLUSIONES

1. La composición química proximal del grano de Cañihua empleado para la elaboración de pastas alimenticias es: Proteína ($14,23 \pm 0,02\%$), Humedad ($11,73 \pm 0,30\%$), Cenizas ($3,56 \pm 0,20\%$), Grasa ($3,07 \pm 0,30\%$), Fibra ($9,81 \pm 0,06\%$) y Carbohidratos ($71,84\%$). La composición química proximal de la semilla de Chía es: Proteína ($26,51 \pm 0,02\%$), Humedad ($4,52 \pm 0,14\%$), Cenizas ($4,01 \pm 0,04\%$), Grasa ($29,86 \pm 0,09\%$), Fibra ($27,11 \pm 0,12\%$) y Carbohidratos ($34,51\%$).
2. La harina de Cañihua una composición química proximal de: Proteína ($28,96 \pm 0,02\%$), Humedad ($4,44 \pm 0,30\%$), Cenizas ($2,96 \pm 0,20\%$), Grasa ($5,08 \pm 0,30\%$), Fibra ($6,80 \pm 0,06\%$) y Carbohidratos ($63,24\%$). La composición química proximal de la harina de Chía semidesgrasada obtenida es: Proteína ($15,61 \pm 0,02\%$), Humedad ($3,83 \pm 0,14\%$), Cenizas ($3,08 \pm 0,04\%$), Grasa ($7,79 \pm 0,09\%$), Fibra ($21,50 \pm 0,12\%$) y Carbohidratos ($34,83\%$).
3. Desde el punto de vista nutricional las pastas enriquecidas tuvieron un cómputo químico elevado de aminoácidos superior al 100%, con excepción del aminoácido lisina obteniendo el límite mínimo de 70% recomendado por la FAO/OMS en casi todas las formulaciones exceptuando a la F9 (H.T.: $63,96\%$; H. Cañihua: 10% y H. de Chía semidesgrasada: 6.5 %) con una calidad proteica de 68.93% en cuanto a lisina, también podemos observar que a medida que aumenta el % de H. Cañihua en las formulaciones se obtiene un mejor cómputo químico F3 (H.T.: $63,5\%$; H. Cañihua: 30% y H. Chía semidesgrasada: 6.5%) con una calidad proteica de 80,04% en cuanto a lisina.
4. La evaluación sensorial realizada con panelistas semientrenados, determino las 2 mejores formulaciones, siendo estas F9 (Harina de Trigo: 83,50%; Harina de Cañihua: 10,00% y Harina de Chía semidesgrasada: 6,50%) y F10 (Harina de Trigo: 83,04%; Harina de Cañihua: 12,93% y Harina de Chía semidesgrasada:

4,03%); la mayor preferencia fue por la pasta enriquecida con menor sustitución de harina de trigo, además de la prueba de comparación de medias a una significancia de 5% se encontró que no existen diferencias significativas entre la formulación F9 y F10.

5. La mejor formulación de pasta alimenticia fue F8 que tuvo en términos generales una calificación de Regular en el análisis sensorial, la composición química proximal de la pasta alimentaria F8 es: Proteína ($18,491 \pm 0,018\%$), Humedad ($7,410 \pm 0,004\%$), Cenizas ($1,530 \pm 0,007\%$), Grasa ($3,767 \pm 0,002\%$), Fibra ($12,686 \pm 0,001\%$) y Carbohidratos ($68,799 \pm 0,004\%$) con un aporte calórico de 386,5 Kcal/100 g, siendo esta la pasta alimenticia que brinda mayor energía. Asimismo, tiene características físicas aceptables Textura 0.095 mJ y Tiempo de cocción de 11 minutos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de almacenamiento y conservación de la Pasta Alimenticia obtenida, mediante el uso de antioxidantes y diversos empaques.
2. Realizar un estudio económico financiero que demuestre la factibilidad de la producción comercial del producto obtenido.
3. Difundir la utilización del grano de Cañihua y semilla de Chía en la elaboración de pastas alimenticias, debido a sus propiedades nutricionales.
4. Emplear maquinas semiautomáticas o automáticas adecuadas para la elaboración de pastas alimenticias con el fin de mejorar la calidad de las mismas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERZA, R., COATES, W., (2012). “Semillas de chía: nueva fuente natural de ácidos grasos omega-3, antioxidantes y fibra dietética. México
- AYKROD, W y DOUGHTY, J (2009) El trigo en la alimentación humana. FAO, Roma.
- AGUIRRE, Et. Al. (2006), “Componentes y Tipos de las Harinas”
- RESMINI P., PAGANI MA. 2001. Ultrastructure studies of pasta. A review. Food Microstructure 2:1-12,98.
- BADUI DELGAR, S.; BOURGES RODRIGUEZ, H.; ANZALDÚA MORALES, A. (1999). Proteínas. Capítulo 3 del libro Química de los Alimentos. Edit. Pearson. México.
- Bioversity. Descriptores para cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Bioversity International. ISBN: 9290436808
- BJORCK, I. y ASP, N. G. 1983 “the effects of extrusion cooking on nutrition value- a literature review” journal of Food engineering
- CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. (2006). “Proteínas Alimentarias”. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
- Cahill J P (2004). Genetic diversity among varieties of chía (*Salvia hispanica* L.) Gen Res Crop Evol, 51: 773 Cahill J P (2005). Human selection and domestication of chía (*Salvia hispanica* L.). Gen Res Crop Evol, 51: 773-781
- CAHILL, J.: “Etnobotánica de chía, *Salvia Hispánica* L. (Lamiaceae).”Argentina 2011 Botánica Económica 57 (4). PPP. 604-618-278.
- CAPITANI, M., SPOTORNO, V., NOLASCO, S., TOMÁS, M., “Caracterización fisicoquímica y funcional de subproductos de Chía (*Salvia hispánica* L) de semillas de Argentina. 2012” - Ciencia y Tecnología de Alimentos 45 94-102
- Collazos, C., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urqueta, R., Vasquez, J., Dias, C., Quiroz, A., Roca, A., Hegsted, M., Bradfield, R., Herrera, N., Faching, A., Robles, N., Hernandez, E., Arias, M. (1993). La Composición de Alimentos de

Mayor Consumo en el Perú. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.

- Craciunescu, O., Constantin, D., Gaspar, A., Toma, L., Utoiu, E. & Moldovan L. (2012). Evaluation of antioxidant and cytoprotective activities of *Arnica montana* L. and *Artemisia absinthium* L. ethanolic extracts. *Chemistry Central journal*. 6:97.
- Crops for the future. (2007). Canihua (*Chenopodium pallidicaule*) at Atuncolla near Sillustani Juliaca. [Consultado el 22 de Octubre del 2012].
- DeBruin A. (2006). Investigation of the food value of quinoa and cañihua seed. *J Food Sci* 26:872–876.
- Fardet A, Rock E, Remesy C. (2008). Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo. *J Cer Sci* 48(2):258–276.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. *Agronomía de los cultivos andinos. Qañiwa* (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Disponibilidad libre en:
 - FELLOWS, P. 2011 “tecnología del procesado de los alimentos” editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)
 - FRIAS, C. 2007 “mujeres: tecnologías invisibles, experiencias desde america latina” ITDG-PERU
 - Ginsburg, I., Kohen, R. & Koren, E. (2011) Microbial and host cells acquire enhanced oxidant scavenging abilities by binding polyphenols. *Arch Biochem Biophys*. 506:12–23.
 - Gross, R., Koch, F., Malaga, I., de Miranda, A., Schöneberger, H. & Trugo, L. (2009). Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources. *Food Chem* 34:
 - HARPER, J. M. 1981 “extrusion of foods” vol I y II. Editorial CRC Press- Boca Raton 25–34.
 - SISSON, G.C. (2009) “Intensive Agric Sustainability: A farming System: Sustainability and the Environment, Vancouver, Canada.

- Houghton, P.J., Hylands, P.J., Mensah, A.Y. & Deters, A.M. (2005). In vitro tests and ethnopharmacological investigations: wound healing as an example. *J Ethnopharmacol* 100:100–107.
- Interamsa Agroindustrial. (2011). Imagen de granos de Cañihua. [Consultado el lunes 22 de Octubre del 2012]. Disponibilidad libre en:
- HERNÁNDEZ, G., MIRANDA, C.: “Caracterización Morfológica de Chía (Salvia hispánica)” México 2008.
- MANINGAT C.G. (2009). Wheat starch: Production, properties, modification and uses A2-BeMiller, James, In R. Whisler (Ed).
- JARAMILLO, G.: “La chía (salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables.” Antioquia 2013.
- Katiyar, S.K., Afaq, F., Perez, A. & Mukhtar, H. (2009). Green tea polyphenol (3)-epigallocatechin-3-gallate treatment of human skin inhibits ultraviolet radiation-induced oxidative stress. *Carcinogenesis*. 22:287–294.
- Maharwal, J., Samarth, R.M. & Saini, M.R. (2008). Radio- modulatory influence of Rajgira (*Amaranthus paniculatus*) leaf extract in Swiss albino mice. *Phytother Res* 17:1150– 1154.
- Maestro, R. & Borja, R. (2010). Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. 44:101–106.
- MARTÍNEZ, S., GONZÁLEZ, J. : “Los flavonoide: Propiedades y Acciones antioxidantes”. *Nutr Hosp* , España2002.17, 271-278
- National Research Council (NRC). (2011). Lost crops of the Incas: Littleknown plants of the andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press, Washington, DC. ISBN: 0-309-04264-X
- Norma Técnica Peruana 011.220:1983; HUEVOS. Huevos de gallina para consumo Humano. Almacenamiento, embalaje, rotulado, conservación y transporte. Lima: INDeCOP-1.
- Norma Técnica Peruana 011.220:1983 (Revisado 2011): Huevos de gallina para consumo humano. Almacenamiento, embalaje, rotulado, conservación y transporte.
- Norma Técnica Peruana 205.027:1986 (Revisado 2011): HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMESTICO Y USO INDUSTRIAL. Lima: INDECOPI.

- Norma Técnica Peruana 205.026:1989 (Revisada el 2011). CEREALES Y MENESTRAS. Tarwi. Lima: INDECOPI.
- Norma técnica Peruana 205.037:1975 (Revisada el 2011): HARINAS. Determinación del contenido de humedad. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.038:1975 (Revisada el 2011): HARINAS. Determinación de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.013:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez. Lima: INDeCOP-1.
- Norma Técnica Peruana 206.012:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad. Lima: INDECOP-1.
- Norma Técnica Peruana 205.005:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl). Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 206.016:1981 (Revisada el 2011); GALLETAS Determinación de peróxidos. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.002:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación del contenido de humedad. Lima: IND~CORI.
- Norma Técnica Peruana 205.004:1979 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de cenizas. Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.003:1980 (Revisada el 2011): CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. Lima; INDECOPI.
- .Norma Técnica Peruana 209.059.1974 (Revisado 2011). Determinación del pH (Método poteneiométr-ieo). Lima: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 205.044:1976 (Revisada el 2011): HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE LEGUMINOSAS DE GRANO ALIMENTICIO. Lima: INDECOPI.
- NTP 206.010:2016: Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos

- Peñarrieta, M., Alvarado, A., Åkesson, B. & Bergenståhl, B. (2008). Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. *Mol Nutr Food Res* 52:708–717.
- Quaglia, G. (2008). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Buenos Aires.
- RANQUEN, M. 2010 “manual de industrias de los alimentos” 2ª edición Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)
- Rastrelli, L., De Simone, F., Schettino, O. & Dini, A. (2006). Constituents of *Chenopodium pallidicaule* (canihua) seeds: isolation and characterization of new triterpene saponins. *J Agric Food Chem* 44:3528–3533.
- REPO-CARRASCO, R. 2012 “cultivos andinos y la alimentación infantil” editorial Didi de Arteta S.A. Lima-Perú
- Repo-Carrasco R. (2012). *Cultivos andinos y la alimentación infantil*. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina, CCTA, Serie Investigaciones N.º1. Lima, Perú.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. & Jacobsen, S-E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev Int* 19:179– 189.
- Repo-Carrasco, R. & Encina C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Rev Soc Quím Perú* 74 (2): 85-99.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Acevedo, A., Icochea, J. & Kallio, H. (2009). Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) Grain, Extrudate and Bran. *Plant Foods Hum Nutr* 64:94–101.
- Repo-Carrasco, R., Hellström, J., Juha-Matti, P. & Mattila, P. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry* 120: 128–133
- TAPIA, E. 2010. *Cultivos Andinos sub. explotados y su aporte a la alimentación*. FAO/RLAC, Santiago de Chile

- Vargas C. (2007). Nota etnobotánica sobre la cañihua. *Rev.Arg. Agr.* 5 (4):224-230.
- Vázquez-Ovando, J. A., Rosado-Rubio, J. G., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. Procesamiento en seco de harina de chia (*Salvia hispanica* L.): caracterización química de fibra y proteína Dry processing of chia (*Salvia hispanica* L.) flour: chemical characterization of fiber and protein. *CyTA: Journal of Food*, 8(2), 117-127
- White, P., Alvistur, E., Dias, C., Vinas, E., White, H. & Collazos, C. (2012). Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the Andes mountains. *J Agric Food Chem* 6:531–534.

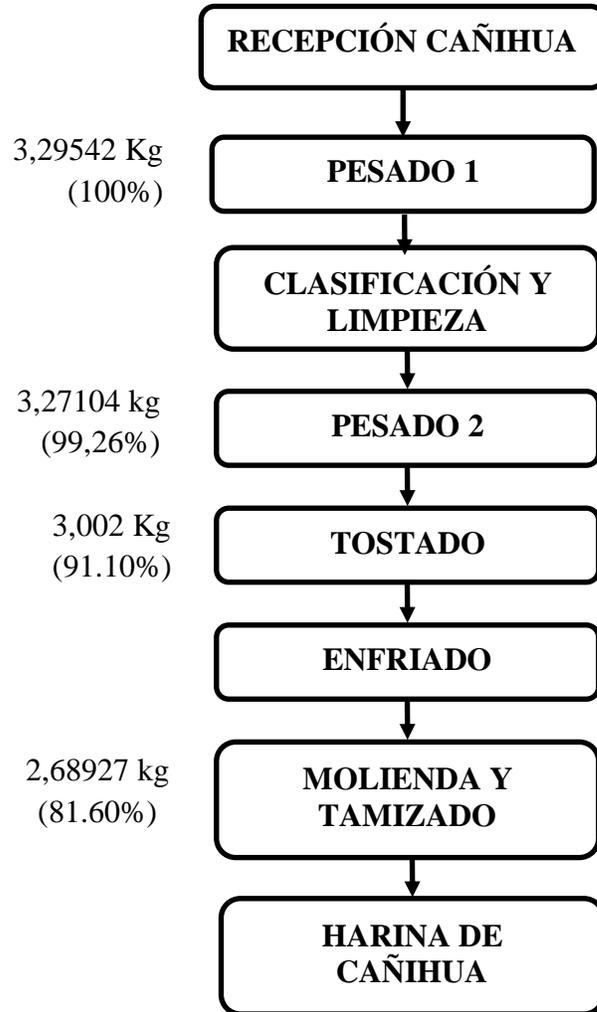
PAGINAS WEB:

- <http://aportesalaalimentacionmundial.blogspot.pe/p/canihua.html>
- wwwhttp://agraria.pe/ 2014
- <http://www.cirnma.org.pe/canihua/>
- http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/87_luz_gomez.pdf
- <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/3AM24.htm>
- <http://elrodelosandesecoalimentacion.com>
- <http://www.miplanetasalud.com/2015/01/02/harina-de-chia-buenos-motivos-para-incluirla-en-nuestra-alimentacion/>
- <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/145/tesis.pdf?sequence=1>
- SAPIO, O.; Cátedra de Botánica Facultad de Ciencias Bioquímicas de <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/3AM24.htm>
- <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2061/1/Antonini-Tesis.pdf>

ANEXOS

ANEXO I: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE LAS HARINAS

1.1 BALANCE DE MATERIA HARINA DE CAÑIHUA



1.2 BALANCE DE MATERIA DE LA HARINA DE CHÍA SEMIDESGRASADA

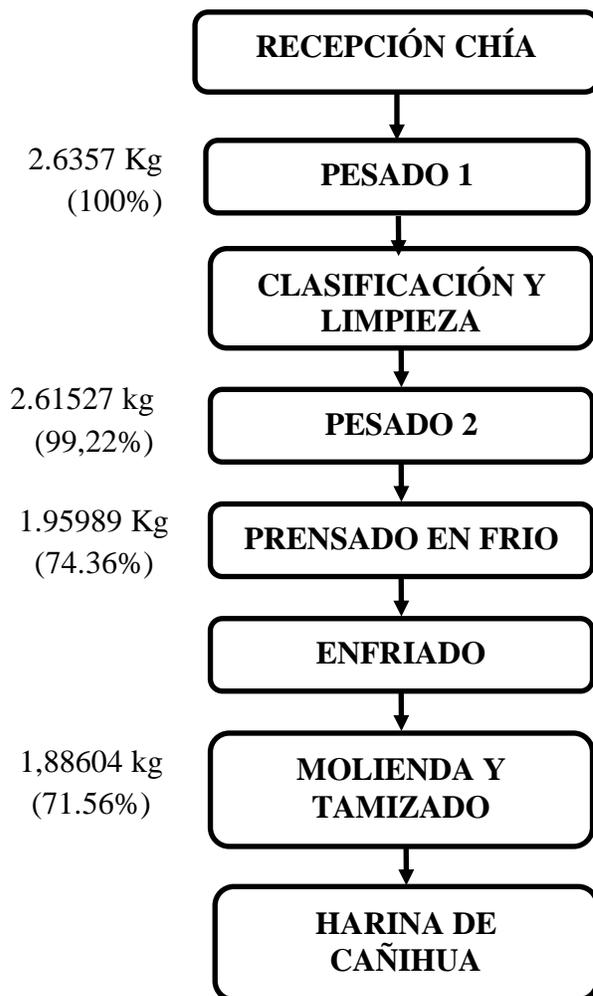


Figura 25: Obtención de Harina de Chía

ANEXO II: ANÁLISIS EN LAS HARINAS

2.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS

2.1.1. Determinación de la humedad en las harinas

Procedimiento

- Pesar 5 gramos de la muestra, con aproximación de 0,1 mg, en un pesa filtro, de manera rápida a fin de evitar toda alteración en el contenido de humedad. Registrar este peso.
- Colocar el pesa filtro destapado con la muestra en la estufa a 130 °C durante 60 minutos, después que la estufa alcanza los 130 °C.
- Tapar el pesa filtro, retirar de la estufa y colocar en un desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente (45 min a 60 min).
- Retirar del desecador una vez frío y pesar. Registrar este dato.
- Calcular y expresar los resultados de humedad, expresado como pérdida de masa referida a 100 gramos de muestra original.

$$H = (M - M_1)/M \times 100$$

Dónde:

H = Contenido de humedad en por ciento en masa de la muestra original.

M = Masa de la muestra original en gramos.

M_1 = Masa de la muestra seca en gramos.

- Reportar los resultados

Tabla 50: Resultados determinación de humedad de harinas

	Harina de Trigo (%H g/100 g)	Harina Cañihua (%H g/100 g)	Harina de Chía semidesgrasada (%H g/100 g)
R1	8,05	4,48	3,87
R2	7,99	4,39	3,79
PROMEDIO	8,02	4,44	3,83

2.1.2. Determinación de la humedad de las pastas alimenticias

Procedimiento

- a) Se parte de una muestra representativa de por lo menos 100 g.
- b) De esta manera se determinara con exactitud una masa (m) de 8 gramos aproximadamente, en un pesa filtro previamente secado y tarado, con su tapadera.
- c) Se coloca el pesa filtro destapado con la muestra en una estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta reducir la humedad a valores inferiores de 16% (pre secado).
- d) Se tapa el pesa filtro, retira de la estufa y deja enfriar durante no menos de 2 h a temperatura ambiente. Se determina la masa (m_2).
- e) Se muele toda la muestra hasta que el producto pase por el tamiz analítico N0 18 (1 mm). Se transfiere el polvo al pesa filtro y se determina la masa (m_3).
El intervalo entre las pesadas para determinar m_2 y m_3 debe ser el menor posible.

Realización del ensayo

- f) Pesar el pesa filtro o capsula previamente secado o tarado. Registrar este peso
- g) Pesar 3 a 5 gramos de la muestra preparada en un pesa filtro según el ítem 5.1. , Registrar este peso.
- h) Luego de realizar las operaciones descritas en el ítem 5.12 y 5.14 según el caso, las muestras se colocan en la estufa regulada a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas.
- i) Colocar el pesa filtro destapado con la muestra en la estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas, desde que la estufa alcanza los $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- j) Tapar el filtro, retirar de la estufa y colocar en un desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente (45 min a 60 min).
- k) Retirar del desecador una vez frio y pesar, se determina con exactitud la masa de la capsula conteniendo la muestra seca (mg). Registrar este dato.
- l) Se hacen los cálculos expresándose en porcentaje.

$$H = \frac{(m_3 - m_1)m_2}{m_3} + (m - m_2) \times \frac{100}{m}$$

Dónde:

H = Porcentaje de humedad

m = Masa, en gramos de la muestra original.

m_1 = Masa gramos de la muestra seca.

m_2 = Masa en gramos de la muestra luego del pre secado.

m_3 = Masa en gramos de la muestra luego de la tritución.

m) Reportar los resultados

Tabla 51: Resultados determinación de humedad de las pastas alimenticias (g/100g)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
R1	8,009	8,792	7,572	8,293	8,654	8,298	8,294	7,407	9,358	8,183	8,188
R2	8,014	8,797	7,579	8,301	8,660	8,290	8,290	7,413	9,372	8,175	8,193
PROMEDIO	8,012	8,795	7,576	8,297	8,657	8,294	8,292	7,410	9,365	8,179	8,191

2.1.3. Determinación de grasa en las harinas y pastas alimenticias

Procedimiento

- Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca, empaquetándolo en papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo Soxhlet. Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón (125ml).
- Seguidamente se conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo, allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifoneado arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado, la velocidad de goteo del hexano debe ser 45 a 60 gotas por minutos. El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.

- c) El hexano se recibe en el balón previamente secado y tarado.
- d) Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano. Evaporar el solvente permanente en el balón, con una estufa (30 minutos por 105°C), enfriar en una campana de desecación por un espacio de 30 minutos y pesar:

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{A2 - A1}{m} \times 100$$

Dónde:

A2 = peso del balón con el hexano etéreo (g)

A1 = peso del balón vacío (g)

m = peso de la muestra (g)

Tabla 52: Resultados determinación de grasa de harinas

	Harina de Trigo (%H g/100 g)	Harina Cañihua (%H g/100 g)	Harina de Chía semidesgrasada (%H g/100 g)
R1	2,10	5,11	7,84
R2	2,06	5,05	7,74
PROMEDIO	2,08	5,08	7,79

Tabla 53: Resultados determinación de grasa de las pastas alimenticias

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
R1	3,341	3,158	3,558	3,221	3,084	3,231	3,213	3,769	3,021	2,981	3,519
R2	3,333	3,152	3,548	3,211	3,065	3,205	3,205	3,765	3,015	2,983	3,531
PROMEDIO	3,337	3,155	3,553	3,216	3,075	3,218	3,209	3,767	3,018	2,982	3,525

2.1.4. Determinación de Cenizas en las harinas y pastas alimenticias

Procedimiento

- a) Pesarse el crisol seco previamente tarado y deshumedecido. Registrar este dato.
- b) Pesarse 3 - 5 gramos de la muestra, con aproximación de 0,1 mg, en un crisol previamente pre secado y tarado. Registrar su dato.
- c) Colocar la muestra en una mufla para su calcinación a una temperatura entre 575 °C – 590 °C hasta masa constante aproximadamente 4 horas.
- d) Enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente.
- e) Retirar del desecador una vez frío y pesar.
- f) Calcular y expresar los resultados de cenizas en porcentaje de masa seca de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$C = 100x \frac{M_1 - M_0}{M} x \frac{100}{(100 - H)}$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas por 100 g de muestra seca.

M = Masa de la muestra, en gramos

M_0 = Masa del crisol vacío, en gramos

M_1 = Masa del crisol con cenizas, en gramos

H = Contenido de humedad porcentual de la muestra

- g) Reportar el resultado.

Tabla 54: Resultados determinación de cenizas de harinas

	Harina de Trigo (%H g/100 g)	Harina Cañihua (%H g/100 g)	Harina de Chía semidesgrasada (%H g/100 g)
R1	0,99	2,94	3,10
R2	0,97	2,97	3,05
PROMEDIO	0,98	2,96	3,08

Tabla 55: Resultados determinación de cenizas de pastas alimenticias

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
R1	1,427	1,287	1,477	1,379	1,312	1,381	1,382	1,536	1,238	1,258	1,405
R2	1,423	1,293	1,469	1,375	1,304	1,371	1,371	1,524	1,230	1,248	1,397
PROMEDIO	1,425	1,290	1,473	1,377	1,308	1,376	1,377	1,530	1,234	1,253	1,401

2.1.5. Determinación de proteína en las harinas y pastas alimenticias

Procedimiento

- a) Pesar **1 gramo** de la muestra antes preparada con precisión de 0,1 mg, sobre un trozo de papel sin cenizas y colocar con cuidado en el balón de digestión Kjeldahl (evitar que la muestra se derrame por el cuello del balón).
- b) Agregar 10 gramos de la mezcla catalizadora (Sulfato de Potasio (K_2SO_4) - Sulfato de Cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), y **30 ml de Ácido Sulfúrico** concentrado.

✓ Digestión

- c) Colocar el balón en el aparato de digestión y calentar la mezcla de digestión a temperatura baja hasta que cese la formación de espuma
- d) Continuar calentando hasta obtener una solución transparente (o hasta que alcance un color azul –verde claro) libre de partículas de carbón y continuar con el calentamiento por 30 minutos más.
- e) Enfriar el balón a temperatura ambiente (aprox. 25 min) tapado con un tapón de jebe de neopreno y después agregar 200 ml de agua destilada, y agitar con movimientos giratorios para mezclar.

✓ Destilación

- f) Preparar un matraz Erlenmeyer de 300 ml, que contenga 50 ml de Ácido Sulfúrico al 0.1 N, añadir indicador (Rojo de Metilo) 3 a 4 gotas al matraz Erlenmeyer (en el cual se va a recoger el NH_3 destilado) y colocarlo a la salida del refrigerante cuidando que el extremo de la pipeta colectora quede sumergido en la solución.

- g) En el balón de destilación agregar los agentes activantes, 70 ml de solución de NaOH al 50% a la muestra digestada diluida que se encuentra a temperatura ambiente, por la pared lateral del balón de destilación, agitar vigorosamente con movimientos giratorios el balón para mezclar completamente el contenido y empezar el proceso de destilación.
- h) Destilar hasta el momento que todo el amoníaco haya pasado a la solución, logrando destilar una cantidad mayor o igual a 150 ml de destilado (tener cuidado que al final de la destilación los balones empiezan a sobresaltarse), bajar el matraz Erlenmeyer de 300 ml del receptor y dejar drenar el líquido por la punta de la pipeta colectora de destilado, enjuagando los extremos con agua destilada. Apagar las hornillas calentadoras de destilación.

✓ **Titulación**

- i) La solución de Ácido Sulfúrico a 0.1 N del matraz destilado, se titula con solución estándar de NaOH 0.1 N, hasta lograr un cambio de color de rosado violeta a amarillo que indica el punto final. Registrar el gasto.

El cálculo del contenido de proteínas totales expresada en por ciento de masa seca de muestra se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{0.0014(V_b f_b - V_a f_a) * F * 100000}{Pm (100 - H)}$$

Dónde:

P = Contenido de proteína por 100 gr de muestra seca.

V_b = Volumen de la solución de ácido sulfúrico 0.1 N en ml.

f_b = Factor de la solución acida

V_a = Volumen de la solución alcalina 0.1 N en ml.

f_a = Factor de la solución alcalina

Pm = Masa de la muestra en gramos

H = Contenido de humedad de la muestra en por ciento en masa, determinado según el Instructivo correspondiente.

F = Factor de conversión de porcentaje de nitrógeno o porcentaje de proteínas, cuyo valor es 5.70 para el trigo y 6.25 para el maíz y la mayoría de cereales.

j) Reportar los resultados.

Tabla 56: Resultados determinación de proteína de harinas

	Harina de Trigo	Harina Cañihua	Harina de Chía semidesgrasada
	(%H g/100 g)	(%H g/100 g)	(%H g/100 g)
R1	14,50	29,02	15,65
R2	14,46	28,90	15,57
PROMEDIO	14,48	28,96	15,61

Tabla 57: Resultados determinación de proteína de las pastas alimenticias

	F1	F4	F8	F9	F10
R1	18,385	18,341	18,495	18,151	18,198
R2	18,405	18,329	18,486	18,135	18,205
PROMEDIO	18,395	18,335	18,491	18,143	18,202

2.1.6. Determinación de fibra total en las harinas y pastas alimenticias

Procedimiento:

Preparación de la muestra y extracción

- Homogeneizar, secar y moler la muestra en un homogenizador.
- Pasar por un tamiz de malla de 0,3 - 0,5 mm.
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 10 %, tres veces con porciones de 25 mL / g de muestra.
- Anotar la pérdida de peso por la remoción de la grasa y considerarlo en el cálculo final.

Determinación

- e) Pesar en duplicado alrededor de 1 g de muestra en un vaso de precipitados de 400 mL. El peso de las muestras no debe diferir en más de 20 mg. Registrar m .
- f) Agregar 50 mL de tampón fosfato pH 6,0 a cada vaso.
- g) Controlar el pH y ajustar a $\text{pH } 6 \pm 0,2$ si fuese necesario.
- h) Adicionar 0,1 mL de la solución de a amilasa. Cubrir el matraz con papel aluminio, colocarlo en un baño de agua y hervir durante 15 minutos. Agitar a intervalos de 5 minutos. El contenido debe llegar a 95 - 100 °C. 7.3.5. Enfriar la solución a temperatura ambiente.
- i) Ajustar pH a $7,5 \pm 0,2$ con aproximadamente 10 mL NaOH 0,275 N.
- j) Adicionar 5 mg de proteasa. Cubrir el matraz con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 °C con agitación continua. 7.3.8. Enfriar y añadir 10 mL de HCl 0,325N.
- k) Medir el pH y agregar gotas de ácido sí fuese necesario. El pH final debe ser 4,0 - 4,6. 7.3.10. Añadir 0,3 mL amilogucosidasa, cubrir con papel aluminio e incubar 30 minutos a 60 °C con agitación continua.
- l) Adicionar 280 mL de etanol al 95 % precalentado a 60 °C.
- m) Dejar precipitar a temperatura ambiente por 60 minutos.
- n) Pesar el crisol que contiene celite, humedecerlo y redistribuir el celite en el crisol usando etanol al 78 % y aplicar succión.
- o) Mantener la succión y transferir cuantitativamente el precipitado al crisol.
- p) Lavar el residuo sucesivamente con tres porciones de 20 mL de etanol al 78 %, dos porciones de 10 mL de etanol al 95 % y dos porciones de 10 mL de acetona. Se puede formar goma con algunas muestras, atrapando el líquido. Sí así fuera, rompa la película de la superficie con espátula para mejorar el filtrado. El tiempo de filtración y lavado variará de 0,1 a 6 horas, con un promedio de 1 1/2 hora por muestra. Se pueden evitar tiempos largos de filtración, mediante una succión intermitente y cuidadosa.
- q) Secar el crisol que contiene el residuo durante la noche en estufa de vacío a 70 °C o en estufa de aire a 105 °C.
- r) Enfriar en desecador y pesar . Restar el peso del crisol y del celite para determinar el peso del residuo. Registrar ml

- s) Analizar proteínas usando N x 6,25 como factor de conversión en el residuo de una de las muestras de los duplicados. Registrar P.
- t) Calcinar el residuo de la segunda muestra del duplicado durante 5 horas a 525 °C. Enfriar en desecador y pesar.
- u) Restar el peso del crisol y del celite para determinar cenizas. Registrar C
- v) Efectuar la determinación del blanco en duplicado y en las mismas condiciones descritas en el procedimiento para el análisis de muestras.
- w) Reportar resultados

$$FDT\% = \frac{\text{Peso residuo} - \text{Peso (prot. + cenizas)}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$



Figura 26: Determinación de fibra

Tabla 58: Resultados determinación de fibra dietética total de harinas

	Harina de Trigo (%H g/100 g)	Harina Cañihua (%H g/100 g)	Harina de Chía semidesgrasada (%H g/100 g)
R1	1,28	6,82	21,54
R2	1,32	6,78	21,46
PROMEDIO	1,3	6,80	21,50

Tabla 59: Resultados determinación de fibra de pastas alimenticias

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
R1	10,852	11,153	11,745	10,801	9,745	10,812	10,810	12,689	9,440	8,271	12,236
R2	10,836	11,145	11,733	10,811	9,731	10,798	10,798	12,682	9,428	8,254	12,229
PROMEDIO	10,844	11,149	11,739	10,806	9,738	10,805	10,804	12,686	9,434	8,263	12,233

2.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO EN LAS HARINAS Y PASTAS ALIMENTICIAS

2.2.1. Medición de colorimetría de las pastas alimenticias

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar la luminosidad descrita por *L. El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. Los parámetros de a* y b* se utilizan para evaluar la cromacidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cromacidad} = (a^*2 + b^*2)^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg (b^*/a^*)$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Limpiar el objetivo del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.
- Anotar los valores de los parámetros L*, a*, b*.

ANEXO III: CÓMPUTO QUÍMICO DE LAS FORMULACIONES

Tabla 60: Perfil de aminoácidos de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía

Aminoácidos Esenciales	Composición de Aminoácidos (mg/g proteína)			FAO ^{***} (mg/g. proteína)
	Trigo [*]	Cañihua [*]	Chía ^{**}	
Isoleucina	43	34	33.5	30
Leucina	61	61	59.9	59
Lisina	28	53	36	45
Metionina + Cistina	35	46	14	22
Fenilalanina + Tirosina	86	60	75.2	38
Treonina	29	33	32.3	23
Triptófano	12	9	12.9	6
Valina	46	42	53.2	39
Histidina	20	27	24.5	15

Fuente: Adaptado de ^{*}Repo-Carrasco (1992), ^{**}Adaptado de Brown (2003) y

^{***}(WHO/FAO/UNU,2007) Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition.

Tabla 61: Score Químico de las Harinas de Trigo, Cañihua y Chía

Aminoácidos Esenciales	Composición Química (mg/g proteína)		
	Trigo	Cañihua	Chía
Isoleucina	143.33	113.33	111.67
Leucina	103.39	103.39	101.53
Lisina	62.22	117.78	80
Metionina + Cistina	159.09	209.09	63.63
Fenilalanina + Tirosina	226.32	157.89	197.89
Treonina	126.07	143.48	140.43
Triptófano	200	150	215
Valina	117.95	107.69	136.41
Histidina	133.33	180	163.33

ANEXO IV: ELABORACIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS

Pesado de la materia prima e insumos



Figura 27: Pesado

Mezclado y Amasado



Figura 28: Amasado

Laminado y Cortado



Figura 29: Laminado y cortado

Secado



Figura 30: Secado de la pasta

Enfriado y envasado



Figura 31: Enfriado de la pasta

ANEXO V: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LAS PASTAS ALIMENTICIAS

- Se colocó cada formulación de Pastas Alimenticias sobre el texturómetro Texture Analyzer del Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos.
- Para ello se utilizó una probeta #2: TA 4/1000 Cilíndrico, 38.1 mm de diámetro y 20mm de Altura.
- Se procedió a tomar datos



Figura 32: Medición de Textura de las Pastas Alimenticias

**ANEXO VI: EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR Y TEXTURA DE LAS
PASTAS ALIMENTICIAS**

6.1 Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad

**PRUEBA DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA DETERMINAR LA
ACEPTABILIDAD**

Sexo: F M **Edad:** _____ **Fecha:** / /

Instrucciones: Frente a usted se encuentran 11 muestras de “Fideos”, observe y evalúe cada una de ellas en sus atributos de **Color, Olor, Sabor y Textura**, beber agua antes de probar cada muestra. Indique el grado de aceptabilidad, basado en la siguiente tabla. Escriba el número de la muestra y luego otorgue la calificación según cada atributo.

Grado	Descripción
1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Regular
4	Agradable
5	Muy agradable

MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA

Cuadro 01. Formato de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad.

6.2 Resultados del panel de evaluación sensorial

Tabla 62: Resultados de evaluación sensorial – COLOR

Evaluación Sensorial - Indicador Color											
Panelistas	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
1	3	4	3	3	4	3	3	3	5	3	4
2	2	3	3	3	3	4	3	2	4	5	3
3	3	5	3	4	3	3	4	3	3	4	4
4	4	4	3	4	4	5	4	3	3	4	4
5	4	3	3	3	5	4	3	3	3	5	4
6	3	4	2	5	5	3	5	3	5	4	3
7	3	4	3	3	4	4	3	3	3	5	3
8	2	5	3	3	3	4	3	3	4	5	3
9	5	4	2	3	3	2	3	3	4	5	3
10	3	4	3	4	4	3	4	3	5	4	4
11	4	4	4	3	3	3	2	2	5	5	5
12	4	3	3	3	4	4	3	4	5	4	4
13	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	2
14	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3
15	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	5
16	3	4	3	4	5	2	4	3	5	5	3
17	3	4	3	3	3	2	3	4	5	3	4
18	4	3	5	4	4	3	2	3	5	4	3
19	2	3	3	3	3	3	2	3	4	5	5
20	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
21	4	3	3	4	4	2	3	4	5	5	3

Tabla 63: Resultados de evaluación sensorial – OLOR

Evaluación Sensorial - Indicador Olor											
Panelistas	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
1	3	3	3	4	4	3	4	4	5	3	5
2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3
3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3
4	5	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
5	4	3	2	3	5	4	3	4	4	4	5
6	4	3	4	4	5	3	4	2	4	4	4
7	4	4	4	3	3	3	3	3	4	5	3
8	4	5	4	3	4	3	3	4	4	4	3
9	4	4	2	3	3	4	3	4	3	3	4
10	4	5	5	3	4	3	3	3	5	3	4
11	4	3	3	3	3	4	4	2	4	4	5
12	4	3	4	3	3	4	3	4	5	5	4
13	5	3	3	5	4	2	4	3	3	3	3
14	5	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4
15	5	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5
16	4	5	3	4	4	2	4	3	3	4	3
17	4	4	3	4	3	3	4	3	4	2	4
18	4	3	4	3	4	3	2	4	4	4	4
19	3	3	3	3	3	2	3	4	3	5	5
20	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	2
21	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5	4

Tabla 64: Resultados de evaluación sensorial – SABOR

Evaluación Sensorial - Indicador Sabor											
Panelistas	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
1	3	4	3	2	4	3	2	3	3	4	5
2	3	2	3	4	5	3	4	4	2	4	4
3	4	4	3	5	4	3	5	3	5	4	3
4	5	5	3	4	3	3	4	3	3	4	3
5	4	4	4	4	5	3	4	5	4	5	3
6	4	4	4	3	4	3	3	1	4	4	5
7	4	5	4	3	4	4	3	3	3	5	4
8	4	5	5	3	3	4	3	4	5	4	3
9	5	5	2	3	2	3	3	4	3	3	4
10	4	4	4	4	4	4	4	3	5	2	4
101	5	3	4	3	3	4	3	4	5	4	5
12	4	4	3	2	4	4	4	5	5	4	3
13	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4
14	4	4	4	4	3	5	4	3	4	3	4
15	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4
16	3	5	4	5	5	3	5	4	3	4	5
17	5	4	5	4	2	3	4	3	4	4	4
18	4	4	5	5	3	4	3	3	4	3	4
19	3	5	2	4	3	3	3	2	4	4	3
20	5	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4
21	5	3	3	5	5	3	3	4	5	5	4

Tabla 65: Resultados de evaluación sensorial – TEXTURA

Evaluación Sensorial - Indicador Textura											
Panelistas	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
1	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	5
2	2	2	4	4	4	3	4	4	3	5	5
3	4	4	4	5	3	3	5	3	3	4	3
4	4	4	2	4	3	3	4	4	4	3	4
5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3
6	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3	5
7	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4
8	3	5	5	3	3	3	3	3	4	5	3
9	5	4	3	3	2	2	3	4	3	3	4
10	4	4	5	3	4	4	3	3	5	3	4
11	5	3	4	3	3	4	2	3	5	4	4
12	3	3	4	3	4	4	4	4	5	5	4
13	4	3	5	4	3	4	4	3	3	3	3
14	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3
15	5	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4
16	3	4	4	5	4	3	4	3	3	4	4
17	5	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4
18	5	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3
19	2	4	4	4	4	3	3	2	4	4	3
20	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
21	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3

6.3 Foto del análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con 21 panelistas, cada uno degustó las 11 formulaciones de pastas Alimenticias y llenaron los formatos evaluación sensorial.



Figura 33: Cabina para análisis sensorial



Figura 34: Muestras Análisis sensorial