



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALTERNATIVO DE PANIFICACIÓN, A
PARTIR DE SUBPRODUCTOS SEMIELABORADOS DE CHOCHO
(*LUPINUS MUTABILIS SWEET*).

Autora

Andrea Antonieta Cerón Benavides

Año
2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALTERNATIVO DE PANIFICACIÓN, A
PARTIR DE SUBPRODUCTOS SEMIELABORADOS DE CHOCHO (*LUPINUS
MUTABILIS SWEET*).**

**“Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de
Alimentos”**

**Profesor Guía
Darío Miguel Posso Reyes. MsC**

**Autora
Andrea Antonieta Cerón Benavides**

**Año
2017**

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Darío Miguel Posso Reyes.
Magister en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos.
CC: 1713040952

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Janeth Fabiola Proaño Bastidas.
Magister en Gerencia y Liderazgo Educativo.
CC: 1706515564.

DECLARACION DE AUTORIA ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Andrea Antonieta Cerón Benavides
CC: 0401544119.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar pan utilizando subproductos semielaborados de chocho (*Lupinus mutabilis*), integrando aspectos tecnológicos, nutricionales y sensoriales. Se desarrollaron distintas formulaciones con pasta, leche y harina de chocho, posteriormente se realizó la evaluación sensorial comparativa entre el pan blanco común y los panes de chocho para establecer correlaciones y diferencias entre las propiedades organolépticas, además se analizaron los parámetros tecnológicos empleados. Después se elaboró un perfil nutricional de los productos obtenidos a partir de las diferentes formulaciones. Finalmente se determinó que el método con el que se obtienen resultados organolépticos favorables y mayor beneficio económico fue utilizando el subproducto; leche de chocho.

Palabras clave: diseño, pan, proteína, características, beneficio.

ABSTRACT

The objective of this work is to make bread using semi-processed products of lupin (*Lupinus mutabilis*), integrating technological, nutritional and sensorial. Different formulations were developed with the paste, milk and flour of lupin, and the comparative sensorial evaluation between the white bread and the lupin bread was developed to establish correlations and differences between the organoleptic properties, besides analyzing the technological parameters used. A nutritional profile of the products obtained from the different formulations was then elaborated. Finally, it was determined that the method with which favorable organoleptic results were obtained and the greatest economic benefit was using the by-product; lupin milk.

Key words: design, bread, protein, characteristics, benefit.

AGRADECIMIENTOS

“A la Universidad de las Américas, a Dios por permitirme estar donde estoy y darme la fortaleza para siempre seguir adelante, a mi familia, por ser mi gran inspiración, por enseñarme a perseguir mis sueños con coraje, por todo su esfuerzo, cariño y apoyo en todos los pasos que doy y a mi hermano por su compañía. A mis profesores por ayudarme en esta etapa de formación, en especial al Ing. Darío Miguel Posso Reyes por su apoyo durante este proceso”.

DEDICATORIA

A Dios

A mi familia

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Características del chocho.....	3
1.1.1. Generalidades.....	3
1.1.2. Desamargado del chocho	4
1.1.3. Variedad de chocho INIAP-450.....	4
1.2. Composición nutricional.....	5
1.3. Formas de Consumo.....	8
1.4 El trigo en Ecuador.....	9
1.5. El pan.....	10
1.5.1. El pan en Ecuador	10
1.5.2. Ingredientes del pan	11
1.5.3. Elaboración de pan.....	12
1.6. La nutrición en Ecuador.....	13
1.6.1. Consumo habitual de calorías y contribución de macronutrientes a la energía total de la dieta	14
1.6.2. Consumo de macronutrientes y micronutrientes a la energía total de la dieta.....	17
1.6.3 Consumo promedio de alimentos (gramos)	22
1.6.4. El pan como fuente de energía y nutrientes en Ecuador	23
2. CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO	26
2.1 Desamargado del chocho	26
2.2 Obtención de subproductos de chocho.....	28
2.2.1 Pasta de chocho	28
2.2.2 Leche de chocho.....	29
2.2.3 Harina de chocho.....	30
2.3. Proceso de elaboración del pan.....	31

2.4 Formulaciones.....	32
2.4.1 Formulaci3n modificada con pasta de chocho.....	32
2.4.2 Formulaci3n modificada con leche de chocho.....	33
2.4.3 Formulaci3n modificada con harina de chocho.....	34
2.5. An3lisis sensorial.....	36
2.5.1. Dise1o experimental del an3lisis sensorial	37
2.6. An3lisis f3sico qu3mico.....	39
2.6.1. An3lisis de humedad.....	39
2.6.2. An3lisis de fibra.....	40
2.6.3. An3lisis de cenizas	41
2.6.4. An3lisis de carbohidratos totales	42
2.6.5. An3lisis de prote3nas.....	43
3. CAP3TULO III. RESULTADOS.....	46
3.1 Desamargado del chocho	46
3.2 Subproductos de chocho.....	48
3.2.1 Resultados Pasta de chocho	48
3.2.1 Resultados Leche de chocho.....	49
3.2.2 Resultados Harina de chocho.....	49
3.2.3 Tratamientos.....	51
3.3 Resultados organol3pticos.....	53
3.3.1 Resultados organol3pticos del pan con pasta de chocho	53
3.3.2 Resultados organol3pticos pan con leche de Chocho	60
3.4. Resultados generales.....	71
3.5. Resultados del Costo/Prote3na	81
4. CAPITULO IV. AN3LISIS DE RESULTADOS.....	82
4.1. An3lisis de Dise1o experimental para cada tratamiento.....	82
4.2. An3lisis de Dise1o experimental general	83
4.3. An3lisis de Dise1o experimental para cada tratamiento.....	84
4.4. An3lisis de Costo/ Prote3na.....	84

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1. Conclusiones.....	85
5.2. Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Composición nutricional del chocho INIAP-450.....	5
<i>Tabla 2.</i> Aminoácidos presentes en el chocho.	6
<i>Tabla 3.</i> Composición de ácidos grasos en el chocho.	7
<i>Tabla 4.</i> Producción (t/año) de los distintos tipos de pan en Ecuador.	10
<i>Tabla 5.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta proteína.....	24
<i>Tabla 6.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta carbohidratos.	24
<i>Tabla 7.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta grasa.....	25
<i>Tabla 8.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta grasa saturada.	25
<i>Tabla 9.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta fibra.....	25
<i>Tabla 10.</i> Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento como fuente de calcio.	26
<i>Tabla 11.</i> Especificaciones organolépticas para chocho desamargado.	27
<i>Tabla 12.</i> Formulación para pan blanco.	32
<i>Tabla 13.</i> Formulación con 23.3% de pasta de chocho.....	32
<i>Tabla 14.</i> Formulación con 29.7% de pasta de chocho.....	33
<i>Tabla 15.</i> Formulación con 34.9% de pasta de chocho.....	33
<i>Tabla 16.</i> Formulación con 34.7% de leche de chocho.....	34
<i>Tabla 17.</i> Formulación con 43.4% de leche de chocho.....	34
<i>Tabla 18.</i> Formulación con 48.2% de leche de chocho.....	34
<i>Tabla 19.</i> Formulación con 10.7% de harina de chocho.	35
<i>Tabla 20.</i> Formulación con 24.89% de harina de chocho.	35
<i>Tabla 21.</i> Formulación con 34,12% de harina de chocho.	35
<i>Tabla 22.</i> Descripción de los tratamientos.	39

<i>Tabla 23.</i> Composición nutricional de la pasta de chocho.	48
<i>Tabla 24.</i> Composición nutricional de la leche del chocho.	49
<i>Tabla 25.</i> Composición nutricional de harina de chocho.	51
<i>Tabla 26.</i> Promedios del análisis sensorial de cada característica organoléptica.	53
<i>Tabla 27.</i> Descripción de los factores y número de niveles del diseño experimental.	53
<i>Tabla 28.</i> Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable sabor.	54
<i>Tabla 29.</i> Resultado ANOVA para la característica color del pan con pasta de chocho.	54
<i>Tabla 30.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica color de pan con pasta de chocho.	55
<i>Tabla 31.</i> Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable olor.	55
<i>Tabla 32.</i> Resultado ANOVA para la característica olor del pan con pasta de chocho.	56
<i>Tabla 33.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica color de pan con pasta de chocho.	56
<i>Tabla 34.</i> Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable sabor.	57
<i>Tabla 35.</i> Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con pasta de chocho.	57
<i>Tabla 36.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con pasta de chocho.	58
<i>Tabla 37.</i> Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable textura.	58
<i>Tabla 38.</i> Resultado ANOVA para la característica textura del pan con pasta de chocho.	59
<i>Tabla 39.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con pasta de chocho.	59

<i>Tabla 40.</i> Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable color.	60
<i>Tabla 41.</i> Resultado ANOVA para la característica color del pan con leche de chocho.....	60
<i>Tabla 42.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica color del pan con leche de chocho.	61
<i>Tabla 43.</i> Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable olor.	61
<i>Tabla 44.</i> Resultado ANOVA para la característica olor del pan con leche de chocho.....	62
<i>Tabla 45.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica olor del pan con leche de chocho.....	62
<i>Tabla 46.</i> Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable sabor.....	63
<i>Tabla 47.</i> Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con leche de chocho.....	63
<i>Tabla 48.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con leche de chocho.....	64
<i>Tabla 49.</i> Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable textura.....	64
<i>Tabla 50.</i> Resultado ANOVA para la característica textura del pan con leche de chocho.....	65
<i>Tabla 51.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con leche de chocho.....	65
<i>Tabla 52.</i> Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable color.....	66
<i>Tabla 53.</i> Resultado ANOVA para la característica color del pan con harina de chocho.	66
<i>Tabla 54.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica color del pan con harina de chocho.	67

<i>Tabla 55.</i> Resultados d los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable olor.....	67
<i>Tabla 56.</i> Resultado ANOVA para la característica olor del pan con harina de chocho.	68
<i>Tabla 57.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica olor del pan con harina de chocho.	68
<i>Tabla 58.</i> Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable sabor.....	69
<i>Tabla 59.</i> Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con leche de chocho.....	69
<i>Tabla 60.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con harina de chocho.	70
<i>Tabla 61.</i> Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable textura.....	70
<i>Tabla 62.</i> Resultado ANOVA para la característica textura del pan con harina de chocho.	71
<i>Tabla 63.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con harina de chocho.	71
<i>Tabla 64.</i> Resultado ANOVA para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).....	72
<i>Tabla 65.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	72
<i>Tabla 66.</i> Resultado ANOVA para la característica olor entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	74
<i>Tabla 67.</i> Resultado prueba de Tukey para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	75

<i>Tabla 68.</i> Resultado Anova para la característica sabor entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	76
<i>Tabla 69.</i> Resultado ANOVA para la característica textura entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	78
<i>Tabla 70.</i> Resultado de prueba Tukey para la característica textura entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).	79
<i>Tabla 71.</i> Resultados del análisis nutricional.....	81
<i>Tabla 72.</i> Resultados de costo de elaboración/muestra.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> División de la nutrición en Ecuador.	14
<i>Figura 2.</i> Consumo habitual de calorías en niños y niñas de 1 a 8 años a escala nacional.	15
<i>Figura 3.</i> Consumo habitual de calorías en población de 9 a 59 años, por hombres en Ecuador.	16
<i>Figura 4.</i> Consumo habitual de calorías en población de 9 a 59 años, por mujeres en Ecuador.	16
<i>Figura 5.</i> Contribución de proteínas, grasas y carbohidratos en la dieta Ecuatoriana.	17
<i>Figura 6.</i> Porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento diario de proteína, por grupo étnico.	18
<i>Figura 7.</i> Porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento de proteína, por subregión.	18
<i>Figura 8.</i> Consumo promedio de panes y cereales (gramos/día), por edad y sexo a escala nacional.	22
<i>Figura 9.</i> Consumo promedio de leguminosas (gramos/día), por edad y sexo a escala nacional.	23
<i>Figura 10.</i> Proceso de desamargado del chocho.	27
<i>Figura 11.</i> Proceso de elaboración de pasta de chocho.	28
<i>Figura 12.</i> Proceso para obtener leche de chocho.	29
<i>Figura 13.</i> Proceso para obtener harina de chocho.	30
<i>Figura 14.</i> Proceso para elaborar pan con subproductos de chocho.	31
<i>Figura 15.</i> Hidratación del chocho.	46
<i>Figura 16.</i> Muestra no hidratada.	46
<i>Figura 17.</i> Muestra posterior a la cocción.	47
<i>Figura 18.</i> Muestra inicial (Izquierda), muestra final (Derecha).	47
<i>Figura 19.</i> Muestra final de chocho.	48
<i>Figura 20.</i> Harina con partículas > 3 mm.	49
<i>Figura 21.</i> Harina con partículas < 3mm.	50

<i>Figura 22.</i> Color de la harina de chocho (Pantone 9180).....	50
<i>Figura 23.</i> Comparación de color de la harina de trigo (izquierda) vs la harina de chocho (derecha).	50
<i>Figura 24.</i> Resultados del colorímetro de la comparación de color de la harina de trigo vs la harina de chocho.	51
<i>Figura 25.</i> Pan con T1.....	51
<i>Figura 27.</i> Pan con T3.....	51
<i>Figura 26.</i> Pan con T2.....	51
<i>Figura 28.</i> Pan con T4.....	52
<i>Figura 29.</i> Pan con T5.....	52
<i>Figura 30.</i> Pan con T6.....	52
<i>Figura 31.</i> Pan con T9.....	52
<i>Figura 32.</i> Pan con T8.....	52
<i>Figura 33.</i> Pan con T7.....	52
<i>Figura 34.</i> Gráfica de variables múltiple para Resultados (Color) por Subproductos de chocho-Repetición.....	73
<i>Figura 35.</i> Gráfica de efectos principales para resultado color.	74
<i>Figura 36.</i> Gráfica de variables múltiple para Resultados (Olor) por Subproductos de chocho-Repetición.	75
<i>Figura 37.</i> Gráfica de efectos principales para resultado Olor.	76
<i>Figura 38.</i> Gráfica de variables múltiple para Resultados (Sabor) por Subproductos de chocho-Repetición.....	77
<i>Figura 39.</i> Gráfica de efectos principales para resultado Sabor.....	78
<i>Figura 40.</i> Gráfica de variables múltiple para Resultados (Textura) por Subproductos de chocho-Repetición.	80
<i>Figura 41.</i> Gráfica de efectos principales para resultado Textura.	81

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es elaborar un producto de panificación, a partir del desarrollo de distintas formulaciones utilizando subproductos de chocho para incrementar su contenido proteico y reducir o reemplazar el porcentaje de la harina de trigo en la composición del pan blanco, conservando las características organolépticas del mismo. Actualmente la harina de trigo es la principal materia prima en la elaboración de pan, de su calidad dependen las características del producto final y la composición nutricional.

Los requerimientos nutricionales alimenticios cada día son mayores y una opción viable para cubrir esta demanda es el uso de recursos nativos ricos en nutrientes. El chocho es una leguminosa nativa de los Andes, el poblador andino de nuestro país la utiliza como alimento y fuente medicinal, se considera de alto valor nutricional por su contenido de proteína. En nuestro país el cultivo se hace de forma tradicional y se localiza en la Sierra, en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Carchi, Bolívar e Imbabura.

La Organización Mundial de la salud indica que el 80% de la población consumen pan en su dieta básica. En Ecuador el consumo per cápita es de 36 kg/año. Según la encuesta Nacional de Salud y Nutrición, el pan se ubica entre las principales fuentes de energía a Nivel Nacional, ocupa el segundo lugar con un aporte del 6.3% y se ubica en séptimo lugar como fuente de proteína con un aporte de 4,8%, De acuerdo a UNICEF al menos 1 de cada 5 niños menores de cinco años tiene desnutrición. Esta cifra casi se duplican en poblaciones rurales e indígenas, por ejemplo en Chimborazo, con alta población indígena, la desnutrición alcanza un 44% mientras el promedio nacional es de 19%. Paradójicamente, alimentos como el chocho se encuentra en el lado opuesto de la desnutrición. La disminución de la desnutrición en la población ecuatoriana potencializaría el crecimiento económico y reduciría la pobreza del país. La elaboración de pan a partir de chocho se considera un proyecto viable porque existe un consumo tradicional de pan y es una forma de aprovechar nuestros productos autóctonos ricos en nutrientes.

Objetivo General

Elaborar un producto de panificación a partir de subproductos semielaborados del chocho (*Lupinus mutabilis*).

Objetivos específicos

- Definir un método de elaboración de pan de chocho (*Lupinus mutabilis*).
- Evaluar las características sensoriales del producto obtenido.
- Realizar el análisis comparativo entre el producto desarrollado y el pan común mediante un perfil nutricional.
- Realizar el análisis costo-beneficio del producto.

Hipótesis general

- Se puede elaborar pan a partir de subproductos semielaborados del chocho.

Hipótesis general Nula

- No se puede elaborar pan a partir de subproductos semielaborados del chocho.

Hipótesis específicas

- Se define un método de elaboración de pan de chocho a partir de las metodologías desarrolladas en el laboratorio.
- Mediante las encuestas realizadas se puede evaluar las características sensoriales del producto obtenido que permiten guiar la investigación a la obtención de un pan similar al blanco.
- Mediante un perfil nutricional se realiza un análisis comparativo entre el pan común y el producto desarrollado.

- El resultado del análisis costo beneficio muestra que la elaboración de pan a partir de subproducto de chocho es factible.

Hipótesis específicas Nulas

- No se define un método de elaboración de pan de chocho a partir de las metodologías desarrolladas en el laboratorio.
- Mediante las encuestas realizadas no se puede evaluar las características sensoriales del producto obtenido que permiten guiar la investigación a la obtención de un pan similar al blanco.
- Mediante un perfil nutricional no se realiza un análisis comparativo entre el pan común y el producto desarrollado.
- El resultado del análisis costo beneficio muestra que la elaboración de pan a partir de subproducto de chocho es factible.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Características del chocho

1.1.1. Generalidades

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú, de importancia estratégica en la alimentación por su alto contenido nutricional y por sus características agronómicas como capacidad de fijación de nitrógeno y adaptabilidad a medios ecológicos secos, ubicados entre 2800 y 3600 m.s.n.m (Rivadeneira, Córdova y Peralta, 2010). En el país el cultivo de chocho se localiza en las provincias de Bolívar, Pichincha, Chimborazo, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua e Imbabura. La producción de chocho en Ecuador en el 2012 fue de 9.895 ha (789 TM). La superficie potencial estimada para el cultivo de chocho es de 140.712 ha, (87.658 ha sin limitaciones y 53.054 ha con limitaciones ligeras de clima y suelo) (Mujica, 2009, pp. 458-482).

Cerca del 40% de las ha cultivadas de chocho en Ecuador aparecieron en los últimos 10 años como resultado de un mercado creciente. En el país el chocho es consumido principalmente por la población urbana de la Sierra (81% de la producción) y la costa (20%) (Caicedo y Jiménez, 2010, pp. 28-31).

Actualmente en Ecuador se puede encontrar la variedad de chocho INIAP-450 ANDINO que ocupa el 80% de la superficie cultivada. El aprovechamiento del chocho en el mundo se ha limitado por la presencia de alcaloides quinolizidínicos que son utilizados por la planta como defensa contra predadores, pero esto es un factor limitante para el consumo humano. Concentraciones elevadas producen gusto amargo, y se han reportado efectos farmacológicos. Sin embargo, se ha probado que los alcaloides no son tóxicos a concentraciones bajas. Cualquier efecto potencial de los alcaloides en el chocho se elimina durante el proceso de desamargado debido a que los alcaloides son solubles en agua y se remueven durante el proceso (Gutiérrez, 2005).

1.1.2. Desamargado del chocho

El proceso consta de cuatro etapas principales: hidratación (14 horas), cocción (45 min), y lavado (5 días con agua en movimiento), en el proceso es recomendable utilizar agua potable y hervir el grano 10 minutos antes de consumir (Rivadeneira, Córdova y Peralta, 2010). El objetivo de este proceso es disminuir el contenido de alcaloides de 3.6% a 0.2%, de acuerdo con la norma INEN 2390:2004.

1.1.3. Variedad de chocho INIAP-450

La variedad INIAP 450 ANDINO es de crecimiento herbáceo, precoz con cierta susceptibilidad a plagas. El rendimiento de ésta variedad es superior en un 183% al rendimiento promedio de ecotipos locales (13 a 15 qq//ha) y se caracteriza por su precocidad de siete meses. El grano tiene un diámetro mayor a 8mm, es redondo y de color crema (Berti, Peralta y Villacrés, 2006, pp.30).

Esta variedad fue obtenida de una población de germoplasma introducida de Perú y fue introducida al Banco de Germoplasma del INIAP en 1999 (Rivadeneira y Peralta, 2014, pp. 9, 18). El costo de producción de 1 ha de esta variedad es de 1.363 USD con un rendimiento promedio de 30 qq/ha. Se cultiva principalmente en suelos arenosos ubicados entre los 2.600 y 3.400 msnm con precipitaciones promedio por ciclo de 400 mm y una temperatura que oscila entre 7 y 14°C. La planta es de color verde intenso, sus hojas son de forma digitadas, número de vainas en el eje central 10 a 14 con una vaina en forma oblonga que mide 11 cm (Berti, 2010). En el país el cultivo de esta variedad se encuentra en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Pichincha. Su costo actual es de 110 USD/qq (Montesinos, 2007, p. 207).

1.2. Composición nutricional

El chocho se distingue por su contenido de proteína y aceite, en la tabla 1 se detalla la composición nutricional de la variedad INIAP-450.

Tabla 1. Composición nutricional del chocho INIAP-450.

Parámetro	Unidad	Chocho amargo	Chocho desamargado
Humedad	%	9,9	73,63
Proteína	%	47,8	51,2
Cenizas	%	4,52	1,91
Grasa	%	18,9	21,89
Fibra bruta	%	11,07	13,52
Almidón	%	4,34	1,63
Carbohidratos	%	17,62	10
Alcaloides	%	3,26	0,01
Calcio	%	0,12	0,37
Fósforo	%	0,6	0,43
Magnesio	%	0,24	0,05
Sodio	%	0,1	0,012
Potasio	%	1,22	0,07
Hierro	%	78,46	61
Magnesio	ppm	36,72	37
Zinc	ppm	42,84	92
Cobre	pmm	12,65	5
Energía total	(Kcal/100g)	552	584

Tomado de: Caicedo, Peralta y Rivera, 2012.

- Proteínas en el chocho

El chocho tiene un contenido promedio proteico de 47.8%. Las proteínas de las semillas se localizan en vacuolas de almacenamiento de los tejidos cotiledonarios (Gross, Koch y Marquard, 2005, pp. 48-53). El proceso de desamargado concentra más el contenido proteico (Camarena, 2013), encontrándose en todos los granos valores de proteína mayores al 50%. Los aminoácidos que componen la proteína se detallan en la tabla 2.

Posee aminoácidos como leucina que interviene en la cicatrización del tejido muscular, huesos y piel, lisina que es útil en la absorción adecuada de calcio y ayuda en la formación de colágeno, fenilalanina que mejora el estado de ánimo y se usa para tratar la artritis, valina necesaria para el metabolismo muscular y que promueve el vigor mental. Además histidina, isoleucina, metionina, treonina, triptófano y alanina que componen la lista de aminoácidos esenciales (Segovia, 2016, pp.9-11).

Tabla 2. Aminoácidos presentes en el chocho.

Aminoácidos	mg/g total de N
Isoleucina	274
Leucina	449
Lisina	331
Metionina	47
Cistina	87
Fenilalanina	231
Tirosina	221
Treonina	228
Triptófano	110
Valina	252
Argina	594
Histidina	163
Alanina	221
Ac. Aspártico	685
Ac. Glutámico	1372
Glicina	259
Prolina	257
Serina	317
TOTAL	6051

Tomado de: INIAP, 2014.

- Lípidos en el chocho

El chocho posee ácidos grasos esenciales como el oleico (Omega 9), linoleico (Omega 6) y linolénico (omega 3) que representan el 40.4 %, 37.1 % y 2.9 % del total respectivamente (Jacobsen y Mujica, 2006).

Por el ácido oleico la grasa de este grano puede ejercer efectos digestivos, por estimular hormonas gastrointestinales y reducir los riesgos de sufrir enfermedades cardiovasculares, mientras que el ácido linoleico aumenta las defensas y disminuye la presión arterial. En la tabla 3 se detalla la composición de ácidos grasos del chocho.

Tabla 3. Composición de ácidos grasos en el chocho.

Ácidos grasos	%
Oleico (Omega 9)	40,4
Linoleico (Omega 6)	37,1
Linolénico (Omega3)	2,9
Palmitico	13,4
Palmitoleico	0,2
Esteárico	5,7
Mirístico	0,6
Araquídico	0,2
Behénico	0,2
Erústico	0

Tomado de: Schöneberger e Ildefonso, 2010.

- Carbohidratos

El grano contiene el 10% de carbohidratos, formado por sacarosa, almidón y oligosacáridos (Wink, 2011, pp. 45-62).

- Fibra

El contenido de fibra aproximadamente en el chocho desamargado es de 11.07% (Villacrés 2010).

- Minerales

El mineral más abundante en el chocho es el calcio, con una concentración promedio de 0,49%, le sigue el fósforo con una concentración promedio de 0,42%, este elemento actúa como controlador del calcio, interviene en el mantenimiento del sistema óseo, actividad del músculo cardíaco y producción de energía. Entre los micro elementos sobresale el hierro (78,45 ppm) que es un mineral básico para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento de la resistencia a las enfermedades (Caicedo y Peralta, 2010).

- Vitaminas

Contiene vitaminas como tiamina, riboflavina y niacina.

1.3. Formas de Consumo

A continuación se detallan las formas de consumo más habituales del chocho.

Chochos frescos

Es un alimento que se obtiene luego de la cocción de chochos en agua y sal.

Ají con chochos

El ají (*Capsicum annuum*) con chochos es un condimento que puede utilizarse internacionalmente en las dietas para mejorar el sabor de las comidas y estimular el apetito, sin necesidad de añadir grasas.

Chulpichocho

Es un snack compuesto por maíz tostado, chocho desamargado y sal.

Chochos fritos

Es un snack elaborado a base de chocho frito a 175°C y sal.

1.4 El trigo en Ecuador

El trigo ha estado presente como parte del desarrollo económico y cultural del hombre, actualmente la superficie cultivada de trigo en el país está constituida en su mayoría por pequeños productores (42%), las unidades de producción agrícola están formadas por cultivos que no superan las 2 hectáreas y que no llegan a una superficie cultivada del 20% (INIAP, 2015, p. 30).

El área de producción de trigo en Ecuador está distribuida a lo largo del callejón interandino, en zonas comprendidas entre los 2000 a 3200 m.s.n.m. No se pueden establecer zonas específicas de producción, pues las condiciones ambientales para cultivar el trigo se dan por igual en toda la sierra, sin embargo, las provincias de Bolívar (33%), Chimborazo (14%), Pichincha (13%), Carchi (13%), Imbabura (12%) registran el mayor aporte de grano a la molienda y mayor superficie cultivada (SICA, 2012, pp. 135-140).

La harina de trigo es la principal materia prima en la elaboración de pan, de su calidad dependen las características del producto final y la composición nutricional, es importante por su contenido de proteínas y por la capacidad de estas para formar gluten. Actualmente presenta una tendencia de alza, del consumo de trigo total en el país, el 98 % es importado de Canadá, Estados Unidos y Argentina, lo que representa un gasto aproximado de USD 145 millones/año. Según el INIAP una de las razones para el desarrollo de esta dependencia se debe a que a partir de 1970 los países desarrollados comenzaron programas para iniciar el subsidio agrícola que les permitió ofertar trigo a bajo costo a mercados internacionales, como consecuencia Ecuador empezó a importar trigo de menor costo al de producción nacional, esta situación provocó que los productores ecuatorianos abandonaran sus cultivos y los reemplazaran por otras actividades agrícolas más rentables (INIAP, 2008, p 42).

Las 4 024,33 toneladas que en promedio se producen en Ecuador significan el 0,44% del total de la demanda anual nacional, resultado de un consumo per cápita superior a 30 kg/año (Banco Central del Ecuador, 2015).

Entre el 50 y 60% del trigo importado se destina a la panificación, y su consumo determinado por el tipo de pan se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Producción (t/año) de los distintos tipos de pan en Ecuador.

Tipo de pan	t/año
Pan artesanal	169,94
Pan semindustrial	43,697
Pan industrial	29,132

Adaptado de: Ponce, 2014.

1.5. El pan

Es un alimento que constituye parte de la dieta tradicional del mundo desde hace 7000 u 8000 años, se obtiene mediante una masa elaborada fundamentalmente con harina, agua, sal y levadura que luego se hornea (Mashiringwani, 2015).

1.5.1. El pan en Ecuador

El consumo de pan en Ecuador es toda una tradición, en 2014 el consumo de pan se incrementó en un 5,8% en relación al año anterior obteniendo US\$ 630 millones en ventas, se estima que en los próximos 5 años ésta cifra se incremente hasta alcanzar US\$ 681 millones, lo que representa un incremento de 8% (ENSANUT, 2013,p. 113). Aproximadamente el 72% del pan se elabora de forma artesanal, el 18% de forma semindustrial y el 10% de forma industrial (Martínez, 2013).

El consumo per cápita en Ecuador se encuentra sobre los 36 kg de pan/año, teniendo una tendencia creciente (Gutiérrez, 2012). Dentro de la división de manufactura prevalece la elaboración de productos de panadería. En el país existen 8.214 establecimientos que se dedican a la elaboración de productos de panadería En Pichincha hay 2.500 panaderías aproximadamente, de ellas 1.500 están ubicadas en la ciudad de Quito (INEC, 2014).

1.5.2. Ingredientes del pan

Las materias primas utilizadas en la elaboración de pan son: harina, agua, sal, levadura y otros componentes. Evidentemente la utilización de las 4 primeras es esencial, mientras que los otros componentes pueden variar dependiendo del pan que se desee elaborar.

- Harina

La harina es el principal ingrediente del pan. Se obtiene de la molienda del endospermo de un cereal (o una mezcla de ellos).

- Agua

El agua ayuda a activar las proteínas de la harina para que la masa adquiera una textura blanda y moldeable, es el disolvente acuoso de las sustancias adicionadas a la masa, también es necesaria para el proceso de fermentación. La proporción de agua utilizada en la elaboración de la masa influye directamente en el resultado final. Para la elaboración de pan blanco se utiliza hasta un 40% de masa en la masa total (Kamel, 2013, p. 60).

- Sal

Independientemente de darle sabor al pan, la sal actúa como regulador en el proceso de fermentación, mejora la plasticidad de la masa, y aumenta la capacidad de retención del agua y el rendimiento del pan (Aleixandre, 2006, p.127).

- Levadura

La levadura que se utiliza en panificación es la *Saccharomyces cerevisiae*, su función principal es producir dióxido de carbono, a partir de los azúcares provenientes de la harina (Bourgeois y Larpent, 2012, p. 203).

1.5.3. Elaboración de pan

- Amasado

Amasar significa mezclar todos los ingredientes que componen el pan, el objetivo es incorporar oxígeno a la masa mediante la aireación producida por el movimiento físico del amasado para dar lugar a procesos de oxidación en los enlaces químicos, dichos procesos son necesarios para dar elasticidad y extensibilidad al gluten para que la masa sea capaz de soportar la tensión que se genera en su interior con la expansión del gas, además el oxígeno se distribuye por la masa en pequeñas burbujas que dan lugar al posterior alveolado que albergará el dióxido de carbono producido en los procesos de fermentación. Mediante este proceso se distribuyen los componentes de los distintos ingredientes para que se dé la fermentación (Humanes, 2010, pp. 84-91).

- División y pesado

Su objetivo es dar a las piezas el peso justo.

- Formación

Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan.

- Fermentación

La fermentación en panadería es la transformación del azúcar en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios como la glicerina, primero la levadura transforma el almidón en glucosa con ayuda de la amilasa y otras enzimas secundarias como las glucosidasas y amiloglucosidasas, luego ocurre una fermentación alcohólica y su resultado es etanol y CO₂ en forma de gas para que al ser retenido por la masa ésta se esponje (Guinet y Godon, 2010, pp.187-192).

La levadura utiliza otra parte de los azúcares que desdobla para desarrollarse y los azúcares que quedan retenidos en la masa reaccionan con las proteínas (reacción de Maillard) otorgando el color dorado a la costra del pan y un sabor

más pronunciado porque permite desarrollar a la masa todo su sabor (Calvel, 2006, p. 23).

- Horneado

Su objetivo es la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza. La cocción se realiza en hornos a temperaturas que van desde los 170°C a los 260°C, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100 °C (Fellows, 2013, p. 56).

1.6. La nutrición en Ecuador

La nutrición es una de las determinantes principales del estado de salud, del desempeño físico y mental, de la productividad, y es fundamental para el desarrollo individual y nacional (Alderman, Hoddinott y Kinsey, 2006, pp. 450-474). La ingesta inadecuada de alimentos en cantidad y calidad asociada a otros determinantes ocasiona la malnutrición, la cual se ve influenciada no solo por determinantes biológicos sino también por determinantes socioeconómicos y culturales (SICA, 2010).

La situación alimentaria y nutricional del Ecuador refleja la realidad socioeconómica; el potencial productivo y la capacidad de transformar y comercializar los alimentos que satisfagan los requerimientos nutricionales de la población a todo nivel. La producción de alimentos y el rendimiento de los principales productos de consumo, su relación con los mercados (de productos, de trabajo y financieros) son importantes para establecer el potencial que la seguridad alimentaria y nutricional ofrece a la sociedad ecuatoriana como una estrategia de desarrollo (Banco Mundial, 2007).

De acuerdo con el INEC en Ecuador la desnutrición crónica es del 25.2%, la desnutrición aguda abarca un 2.3% y la desnutrición global el 6.4%, sin embargo se considera que estas dos últimas ya no constituyen un problema

de gran magnitud en el ámbito nacional. En la figura 1 se detalla como se encuentra dividida la desnutrición en el país de acuerdo a los distintos grupos étnicos (INEC, 2013).

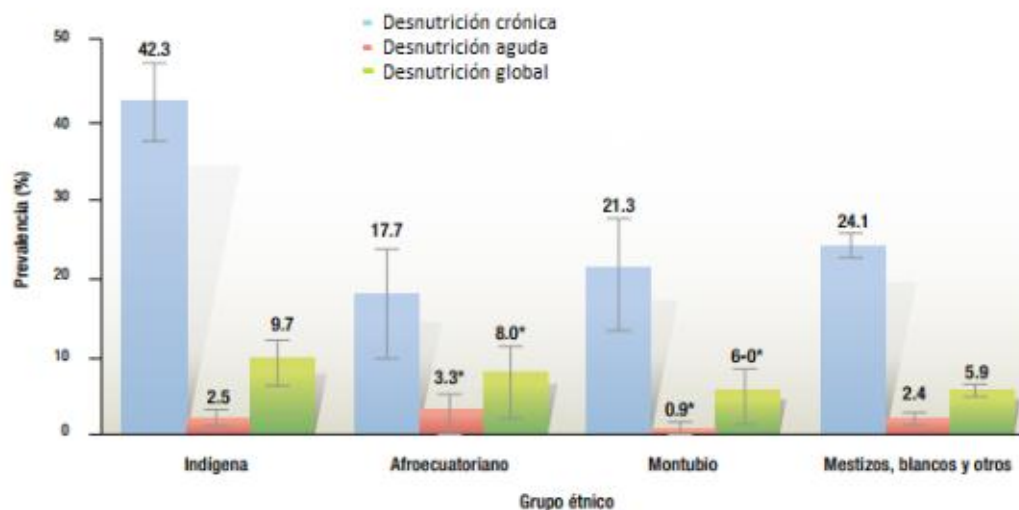


Figura 1. División de la nutrición en Ecuador.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 219.

Una vez desagregada esta información por etnia se observa que persiste la desigualdad en la carga de la desnutrición, con prevalencias elevadas para la población indígena. Los indígenas son uno de los grupos que tiene las condiciones de vida más pobres en Ecuador, y esto se ve reflejado en el alto nivel de desnutrición, aproximadamente dos veces más alta (42.3%), comparado con los afroecuatorianos (17.7%), montubios (21.3%), y con los mestizos, blancos u otros (24.1%) (ENSANUT, 2013, p. 540).

1.6.1. Consumo habitual de calorías y contribución de macronutrientes a la energía total de la dieta

- Calorías

La población de 1 a 3 años en promedio consume 1.192 kcal, y aumenta a 1.613 kcal para el grupo de 4 a 8 años de edad. El consumo habitual de calorías en adultos de 19 a 59 años es mayor en hombres (2 143 kcal) respecto a mujeres (1 822 kcal). Con respecto a la población de 9 a 59 años, el

consumo de calorías en los hombres aumenta progresivamente hasta alcanzar los 30 años de edad y luego decrece, no así en mujeres, en quienes el mayor consumo de energía se presenta en la adolescencia (Freire, Rojas y Buendía, 2010, p. 203).

Dentro del consumo habitual de calorías por grupo étnico los montubios muestran el mayor consumo de energía (2 054 kcal) respecto a indígenas (1679 kcal), afroecuatorianos (1 920 kcal), y mestizos, blancos y otros (1 890 kcal). Existe un menor consumo de calorías en la Sierra rural y la Amazonía rural en comparación con las demás subregiones del país. Por otro lado en la Costa rural y Guayaquil existen en promedio, el mayor consumo de calorías (2 042 kcal y 2 035 kcal, respectivamente) respecto al resto de subregiones.

En la figura 2 se puede observar el consumo habitual de calorías en niños y niñas de 1 a 8 años a escala nacional (ENSANUT, 2013, pp. 282-285).

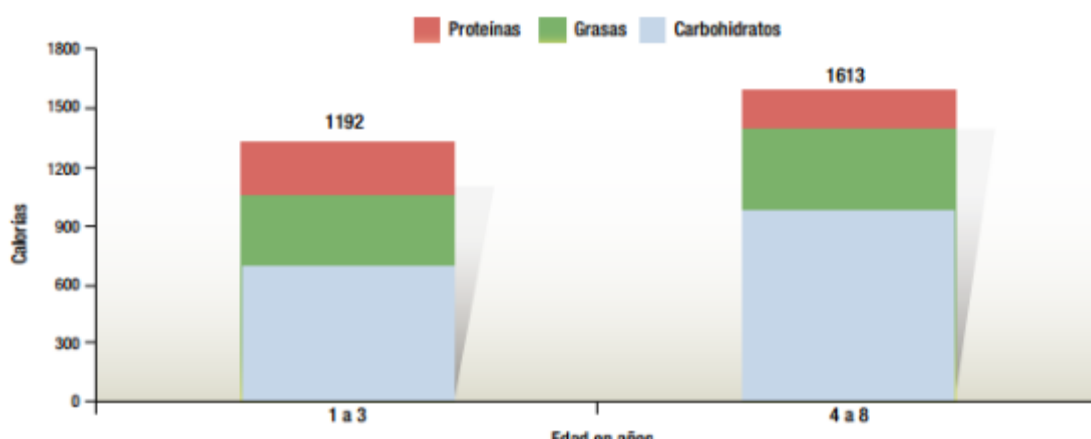
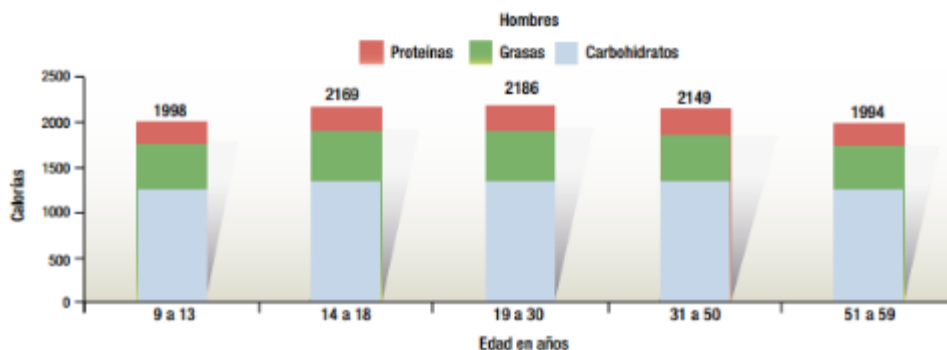


Figura 2. Consumo habitual de calorías en niños y niñas de 1 a 8 años a escala nacional.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 292.

En la figura 3 se detalla el consumo habitual de calorías por la población de hombres de 9 a 59 años.



Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 293.

Figura 3. Consumo habitual de calorías en población de 9 a 59 años, por hombres en Ecuador.

A continuación en la figura 4 se detalla el consumo habitual de calorías por la población de mujeres de 9 a 59 años.

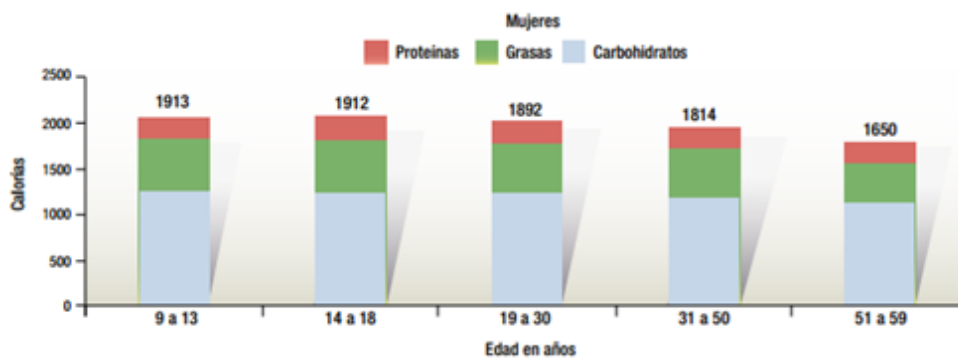


Figura 4. Consumo habitual de calorías en población de 9 a 59 años, por mujeres en Ecuador.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 291.

1.6.2. Consumo de macronutrientes y micronutrientes a la energía total de la dieta

En la figura 5 se puede observar que a escala nacional aproximadamente el 61% del consumo total de energía proviene de carbohidratos, y cerca del 13% proviene de proteínas, sin observarse mayores diferencias entre los distintos grupos etarios. Se observa, además, que aproximadamente el 26% del consumo total de energía proviene de las grasas, del cual 12% corresponde a grasas saturadas.

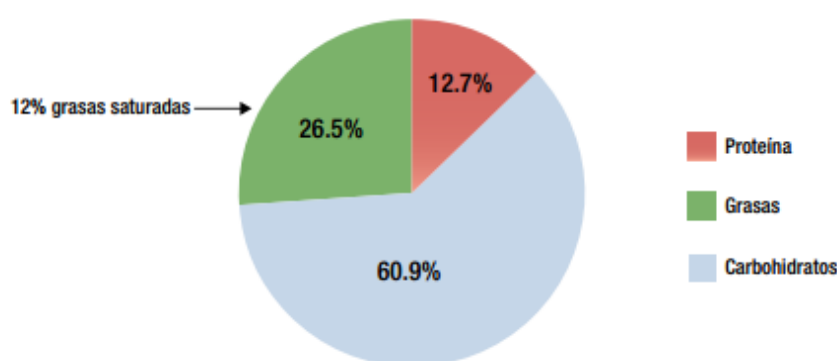


Figura 5. Contribución de proteínas, grasas y carbohidratos en la dieta Ecuatoriana.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 394.

- Proteína

El consumo habitual de proteína es mayor en hombres respecto a mujeres. Por otro lado, al comparar el consumo habitual con los requerimientos de proteína se evidencia que el 6% de la población a escala nacional no llega a cumplir con las recomendaciones, lo cual, en términos de salud pública, muestra que la deficiencia en el consumo de proteína no constituye un problema serio. El porcentaje de la población que no llega a cumplir con los requerimientos de proteína es mayor a partir de los 51 años de edad. Así, el 17% de hombres y el 23% de mujeres de este grupo etario presentan consumos inadecuados de proteína. Por otro lado, se observa que prácticamente toda la población de 1 a 13 años cumple con los requerimientos, por lo que la inadecuación de proteína en este grupo es prácticamente inexistente. En la figura 6 se puede observar el

porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento diario de proteína, por grupo étnico (ENSANUT, 2013, p 316).

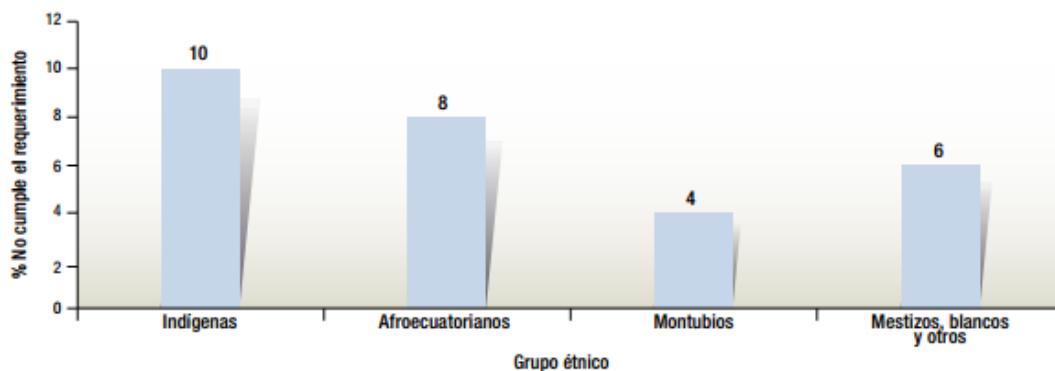


Figura 6. Porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento diario de proteína, por grupo étnico.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p 297.

En la figura 7 se puede observar el porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento de proteína, por subregión.

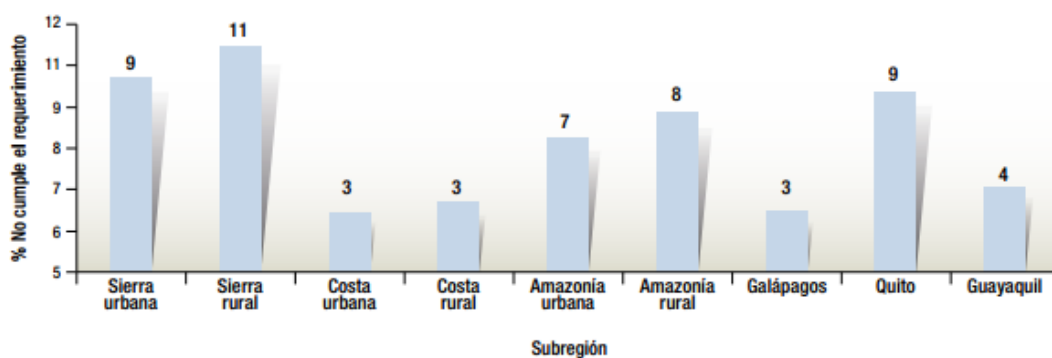


Figura 7. Porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento de proteína, por subregión.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 298.

A pesar de no ser un problema crónico todavía se observa déficit en el consumo de proteína en ciertos grupos de población, específicamente en aquella perteneciente a la etnia indígena (10.4%), de 51 a 60 años de edad

(19.9%), y que habita en la Sierra rural del país (10.9%) (ENSANUT, 2013, p. 299).

- Carbohidratos

El consumo promedio de carbohidratos en hombres de 19 a 59 años es de 328g/día, cantidad mayor a la estimada en mujeres de la misma edad 276g/día. Al comparar estas cantidades con el requerimiento de ingesta diaria (requerimiento % de energía de 45 a 65%). El consumo de carbohidratos en el país está lejos de ser deficiente, y presenta incluso consumos excesivos en gran parte de la población (Organización Panamericana de la Salud, 2011). El porcentaje de la población cuyo consumo excede es 29% a escala nacional. El problema del exceso en el consumo de carbohidratos aumenta conforme se incrementa la edad, específicamente a partir de los 51 años. Así, el 40% de los hombres y el 47% de las mujeres presentan un consumo excesivo de carbohidratos. El consumo elevado de carbohidratos, particularmente de aquellos con alto índice glicémico, como los aportados por el arroz blanco y el pan, ha sido asociado a niveles elevados de triglicéridos, bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), así como un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo II y enfermedades asociadas al sistema (ENSANUT, 2013, p. 300).

El problema del consumo excesivo de carbohidratos es más evidente en indígenas y montubios respecto a los demás grupo étnicos por un 46% que excede el requerimiento. Por otro lado, la Costa rural es la subregión que en mayor proporción reporta consumos excesivos de carbohidratos (44%) respecto a las demás subregiones del país. Las familias con ingresos económicos bajos presentan consumos excesivos de carbohidratos respecto a las de mayores ingresos económicos (44.9% vs 15.1%) (ENSANUT, 2013, p.299).

- Grasa total

El consumo inadecuado de grasa reduce significativamente la disponibilidad de ácidos grasos esenciales α -linolénico y linoleico. La deficiencia de estos ácidos grasos en la infancia y adolescencia se asocia con retraso en el crecimiento, dermatitis, fragilidad eritrocitaria, retraso en el desarrollo puberal, así como con alteraciones en el desarrollo cognitivo y trastornos neurológicos (ENSANUT, 2013, p. 301).

El porcentaje de la población que no cumple con el requerimiento de grasas es de 23% a escala nacional. Este porcentaje es mayor en niños menores de 3 años (58%) y en hombres de 14 a 18 años (43%) (ENSANUT, 2013, p. 295).

Con respecto a la etnia, la etnia indígena, seguida por la etnia montubia corresponden a los grupos de población que en mayor proporción no cumplen con los requerimientos diarios de grasas (35% y 33%, respectivamente). Con respecto a la subregión, el consumo excesivo de grasas, aunque en proporciones modestas, se focaliza en las áreas más desarrolladas del país, particularmente en Quito (11%) (ENSANUT, 2013, p. 301). Este comportamiento es característico de la transición nutricional, en la cual el consumo excesivo de grasas se asocia con procesos de urbanización y, por lo tanto, con un mayor acceso a productos procesados. Se observa que el consumo de grasas es mayor en la población con mayores ingresos económicos respecto a la de ingresos más bajos. Este fenómeno es propio de países que se encuentran en etapas tempranas de la transición nutricional. Se ha documentado que en países con un mayor nivel de desarrollo, que generalmente se encuentran en etapas más tardías de la transición nutricional, el consumo excesivo de grasas es mayor en los más pobres (Darmon y Drewnowski, 2008).

- Fibra

Dado que para fibra no se ha estimado el requerimiento promedio sino únicamente el Requerimiento de Ingesta Adecuada, únicamente se tiene

información sobre la proporción de individuos que cumplen con las recomendaciones de ingesta adecuada (ENSANUT, 2013, p. 321).

El consumo promedio de fibra es de 10 gramos a escala nacional, valor muy modesto si se considera que los requerimientos oscilan entre los 19-38 g de fibra al día. Como es de esperarse, al comparar el consumo habitual con las recomendaciones, se evidencia que menos del 3% de la población a escala nacional cumple con los requerimientos diarios de fibra (ENSANUT, 2013, p. 322).

El bajo consumo de fibra se asocia de forma directa con un bajo consumo de frutas y verduras, y un alto consumo de carbohidratos refinados y azúcares (Anderson et al., 2009), dos causas importantes de morbilidad y mortalidad en Ecuador.

- Hierro

Existe un mayor consumo de hierro en hombres de 19 a 59 años respecto a mujeres de esa misma edad (7.8 mg vs. 6.9 mg). Por otro lado, al comparar el consumo habitual con los requerimientos de hierro, se observa que más de la mitad de la población a escala nacional tiene una alta probabilidad de presentar consumos inadecuados de hierro (ENSANUT, 2013, p. 395).

Un consumo deficiente de hierro es la principal causa de anemia y está asociada con trastornos en el desarrollo y alteraciones de la conducta, menor rendimiento académico, disminución en la resistencia y capacidad física laboral y deportiva, menor crecimiento físico, alteración en la regulación de la temperatura corporal y mayor vulnerabilidad a enfermedades infecciosas (Yadav y Chandra, 2011).

- Calcio

En promedio, el consumo de calcio es de 406 mg a escala nacional, y oscila entre los 333 mg en mujeres de 51 a 59 años, hasta los 483 mg en niños/as de 1 a 3 años. El consumo de calcio disminuye conforme se incrementa la edad.

Al comparar el consumo habitual con los requerimientos de calcio, se determina que la mayor parte de la población no llega a cumplir con los requerimientos, los cuales oscilan entre los 500- 1000 mg de calcio al día (ENSANUT, 2013, p.330).

1.6.3 Consumo promedio de alimentos (gramos)

- Consumo promedio de panes y cereales

Los ecuatorianos consumen 240 gramos al día de panes y cereales. Cuando se analizan los datos de acuerdo a los grupos de edad se observa que el consumo aumenta progresivamente hasta los 30 años, y luego decrece ligeramente. Con respecto al sexo, se observa que, en promedio, los hombres consumen mayor cantidad de panes y cereales que las mujeres para todos los grupos etarios. En la figura 8 se observa que, en promedio los hombres consumen más pan y cereales que las mujeres (ENSANUT, 2013, p.310).

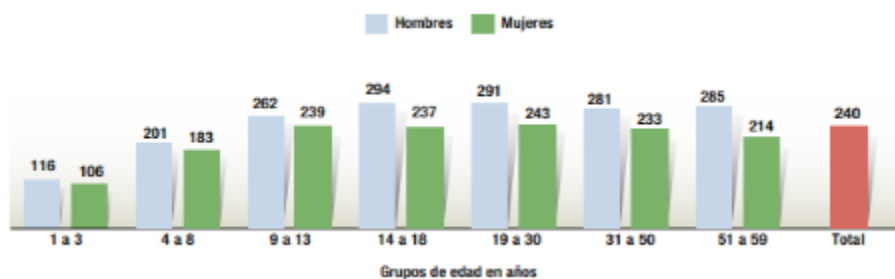


Figura 8. Consumo promedio de panes y cereales (gramos/día), por edad y sexo a escala nacional.

Tomado de: ENSANUT, 2013, p. 311).

- Consumo promedio de leguminosas

Este grupo incluye fréjol, arveja, chocho, garbanzo, habas, lentejas y similares. Las leguminosas son importante fuente de fibra y proteína, por lo cual su consumo es recomendado como parte de una alimentación saludable (FAO. (2014, pp. 18-24). La figura 9 muestra el consumo promedio de leguminosas por grupos de edad y sexo a escala nacional. De esta figura se desprende que

el consumo promedio de leguminosas es 42 gramos/ día a escala nacional (ENSANUT, 2013, p. 309).

Además, se observa que el consumo se incrementa progresivamente conforme aumenta la edad, y es mayor en hombres respecto a mujeres para todos los grupos etarios. Varios estudios epidemiológicos muestran el efecto protector de las leguminosas en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Kingman, 2008, pp. 97-123). Se ha documentado que los sujetos con un consumo de leguminosas de 4 o más veces/semana tienen un riesgo de padecer de enfermedades cardiovasculares 22% más bajo que aquellos sujetos en los cuales el consumo de leguminosas es menor a una vez/semana. De igual forma, los resultados del estudio Salud del Corazón de Costa Rica evidenciaron que el consumo diario de una porción de fréjol (1/3 taza fréjol cocido \approx 86gr) reduce en un 38% el riesgo de infarto agudo al miocardio en adultos (Herrán, 2013).

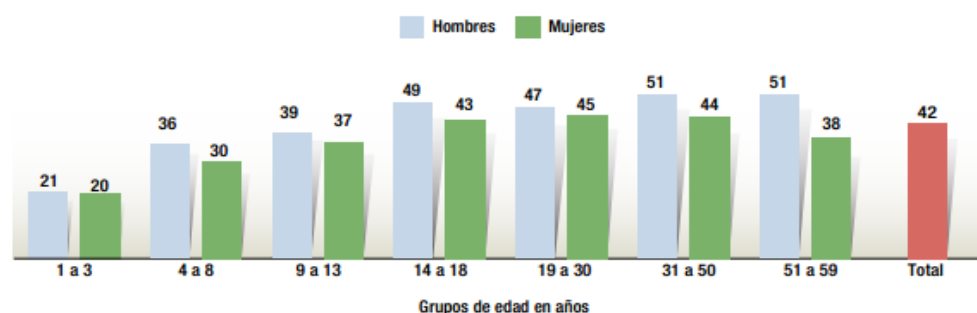


Figura 9. Consumo promedio de leguminosas (gramos/día), por edad y sexo a escala nacional.

Tomado de: ENSANUT, 2013, 311.

1.6.4. El pan como fuente de energía y nutrientes en Ecuador

- El pan como fuente de energía en Ecuador

El pan se ubica entre las principales fuentes de energía a Nivel Nacional ocupa el segundo lugar con un aporte del 6.3% (ENSANUT, 2013, p. 289). La subregión en la cual el pan contribuye en mayor proporción al consumo diario de energía es la Sierra urbana respecto a las demás subregiones del país. En

Quito ocupa el segundo con 10,9% y en Guayaquil el tercero con 6,6% (ENSANUT, 2013, p. 294).

- El pan como fuente de proteína en Ecuador

A nivel nacional el pan se ubica en séptimo lugar como principal fuente de proteína con un aporte de 4,8%, por subregión como se aprecia en la tabla 5 y 2,9% en la ciudad de Quito y 4,7% en la ciudad de Guayaquil ENSANUT, 2013, p. 296).

Tabla 5. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta proteína.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	4	5	7	9	9	Insignificante	6
%	6,7	5,5	3,9	2,1	3,6	% Insignificante	4,9

- El pan como fuente de carbohidratos en Ecuador

A escala nacional el pan ocupa el tercer lugar como fuente de carbohidratos con un 6%, en Quito con un 10% también en el tercer lugar y en Guayaquil un 6,5% en el segundo lugar, en la tabla 6 se detalla el porcentaje y lugar que ocupa el pan como fuente de carbohidratos por subregión ENSANUT, 2013, p. 309).

Tabla 6. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta carbohidratos.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	3	4	4	4	4	7	3
%	8,5	5,9	4,9	2,3	4,3	2,5	6,9

- El pan como fuente de Grasa en Ecuador

El pan es uno de los alimentos que más contribuyen al consumo diario de grasas ocupando el lugar N°3 con un 9,3%, en Quito ocupa el segundo lugar con un 13,7% y en Guayaquil el cuarto lugar con 7,6%. En la tabla 7 se detalla el porcentaje y lugar que ocupa el pan como fuente de grasa por subregión ENSANUT, 2013, p. 313).

Tabla 7. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta grasa.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	2	2	2	2	2	2	3
%	13,2	12,6	15,5	13,1	14,6	16,3	9

- El pan como fuente de grasa saturada en Ecuador

A escala nacional el pan contribuye al consumo diario de grasa saturada con un 15,7% ocupando el tercer lugar, en Quito ocupa el segundo lugar con un 22,6% y en Guayaquil se encuentra en el tercero con un 11,1%. En tabla 8 se detalla el porcentaje y lugar que ocupa el pan como fuente de grasa saturada por subregión (ENSANUT, 2013, p. 332).

Tabla 8. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta grasa saturada.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	1	2	3	5	2	5	2
%	22,8	22,1	11,6	7	12,7	8,8	14,4

- El pan como fuente de fibra en Ecuador

A escala nacional el pan contribuye al consumo diario de fibra con un 5,8% ocupando el lugar N°4 como fuente de fibra con respecto a otros alimentos, en Quito ocupa en 8,1% y se encuentra en el lugar N°3 y en Guayaquil el lugar N°5 con un 7,3%. En la tabla 9 se detalla el aporte en % y ubicación en N° del pan como fuente de fibra en el país (ENSANUT, 2013, p.335).

Tabla 9. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento que aporta fibra.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	3	4	5	10	4	9	3
%	6,9	5,9	5,6	2,8	4,3	2,5	6,7

- El pan como fuente de hierro en Ecuador

Actualmente el pan no se considera un alimento que aporte significativamente hierro a la población ecuatoriana, sin embargo las leguminosas se encuentran en el segundo lugar a nivel nacional con un 9,8% (ENSANUT, 2013, p. 394).

- El pan como fuente de calcio en Ecuador

A escala nacional en pan se encuentra ocupando el lugar N°5 como fuente de este micronutriente con un aporte del 3,2%, en Quito ocupa el lugar N°4 con un 3,8%, en Guayaquil ocupa el lugar N°5 con un 4,1%. En la tabla 10 se detalla el aporte en % y ubicación en N° del pan como fuente de fibra en el país ENSANUT, 2013, p. 310).

Tabla 10. Aporte en % y ubicación en N° del pan como alimento como fuente de calcio.

	Sierra Urbana	Sierra rural	Costa urbana	Costa rural	Amazonía urbana	Amazonía rural	Galápagos
N°	7	10	10	Insignificante	9	Insignificante	8
%	3,9	3	2,4	Insignificante	2,1	Insignificante	3,2

2. CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Desamargado del chocho

El proceso se realizó en los laboratorios de la Universidad de las Américas. El chocho se obtuvo de un proveedor certificado por el INIAP de la variedad 450. El chocho después del proceso de desamargado debe disminuir su contenido de alcaloides de 3.6% a 0.2%, de acuerdo con la norma INEN 2390:2004.

Además, se tomó en cuenta la definición contemplada en la NTE INEN 2389 para el grano desamargado que define lo siguiente:

“Es el producto comestible, limpio y húmedo, que ha sido sometido a un proceso de desamargamiento, de color predominante blanco-crema, sabor y olor característico, libre de olores extraños y del sabor amargo” (INEN, 2005 p.3).

El color, sabor, olor y textura del grano de chocho desamargado para el consumo humano se determina por evaluación sensorial, de acuerdo con las especificaciones de calidad del producto, establecidas en la tabla 11.

Tabla 11. Especificaciones organolépticas para chocho desamargado.

Características	Descripción
Olor	Característico, libre de olores extraños
Color	Blanco-crema
Sabor	Característico, libre de sabores extraños
Textura	Lisa y firme

Adaptado de: Peralta, 2014.

En la figura 10 se describe el proceso de desamargado del chocho.

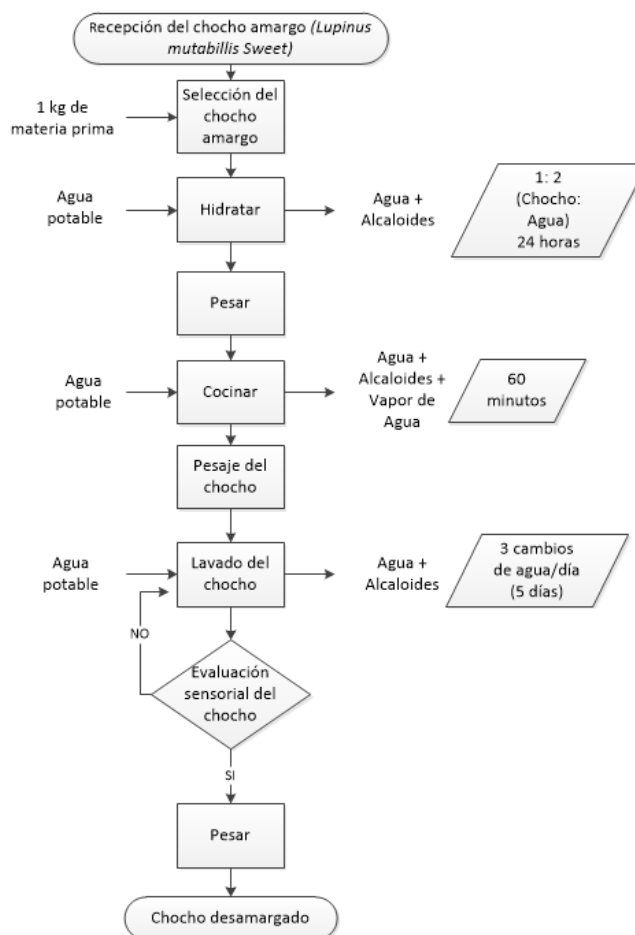


Figura 10. Proceso de desamargado del chocho.

Adaptado de: Caicedo y Peralta, 2011, pp. 9-10.

2.2 Obtención de subproductos de chocho

2.2.1 Pasta de chocho

Para su obtención se utilizó un molino de discos. El proceso de obtención de la pasta se describe a en la figura 11.

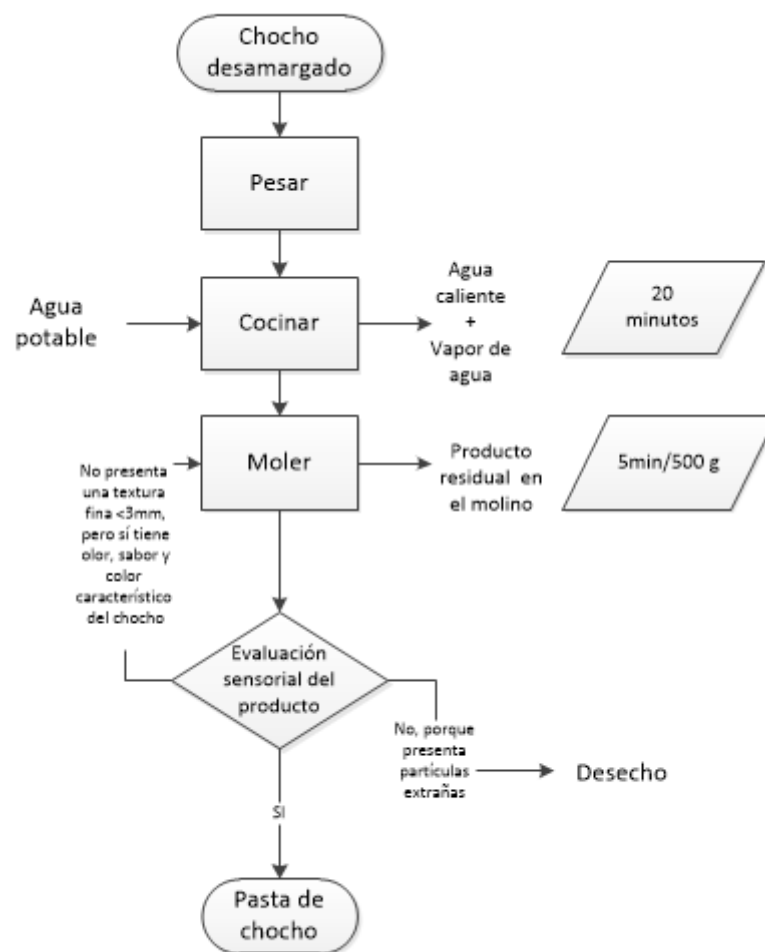


Figura 11. Proceso de elaboración de pasta de chocho.

2.2.2 Leche de chocho

En la figura 12 se describe el proceso de su elaboración.

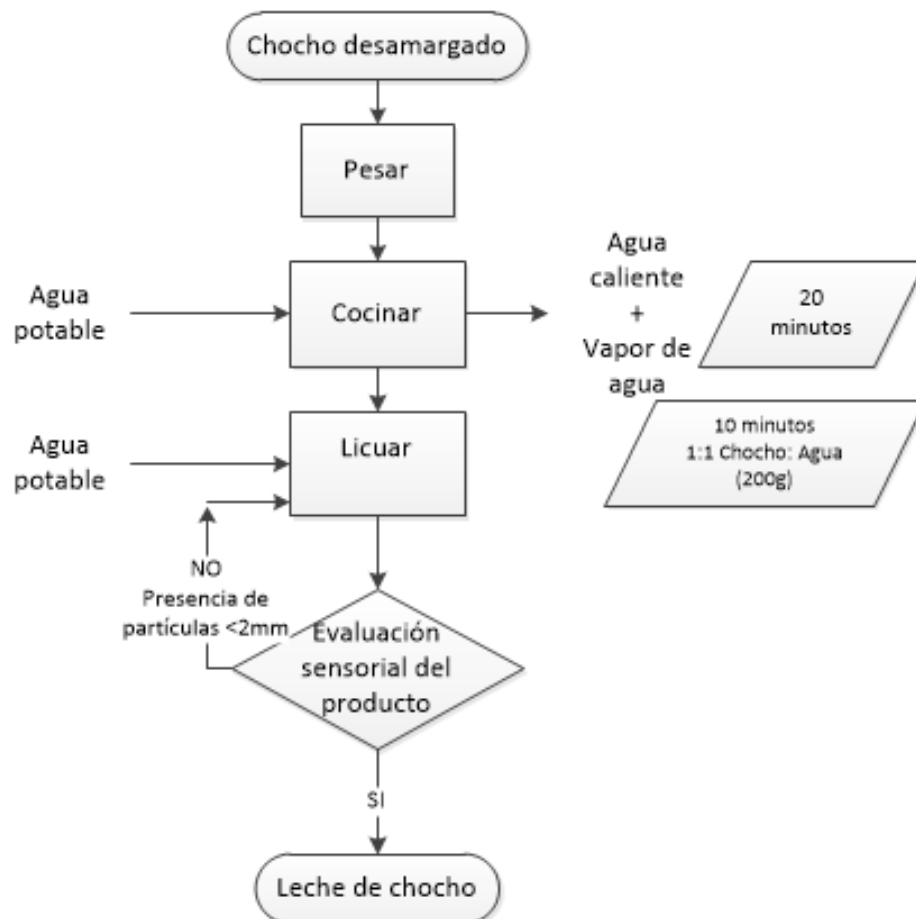


Figura 12. Proceso para obtener leche de chocho.

2.2.3 Harina de chocho

En la figura 13 se detalla el proceso para su obtención, para asegurar que sus características están dentro de los parámetros establecidos por la INEN 517.

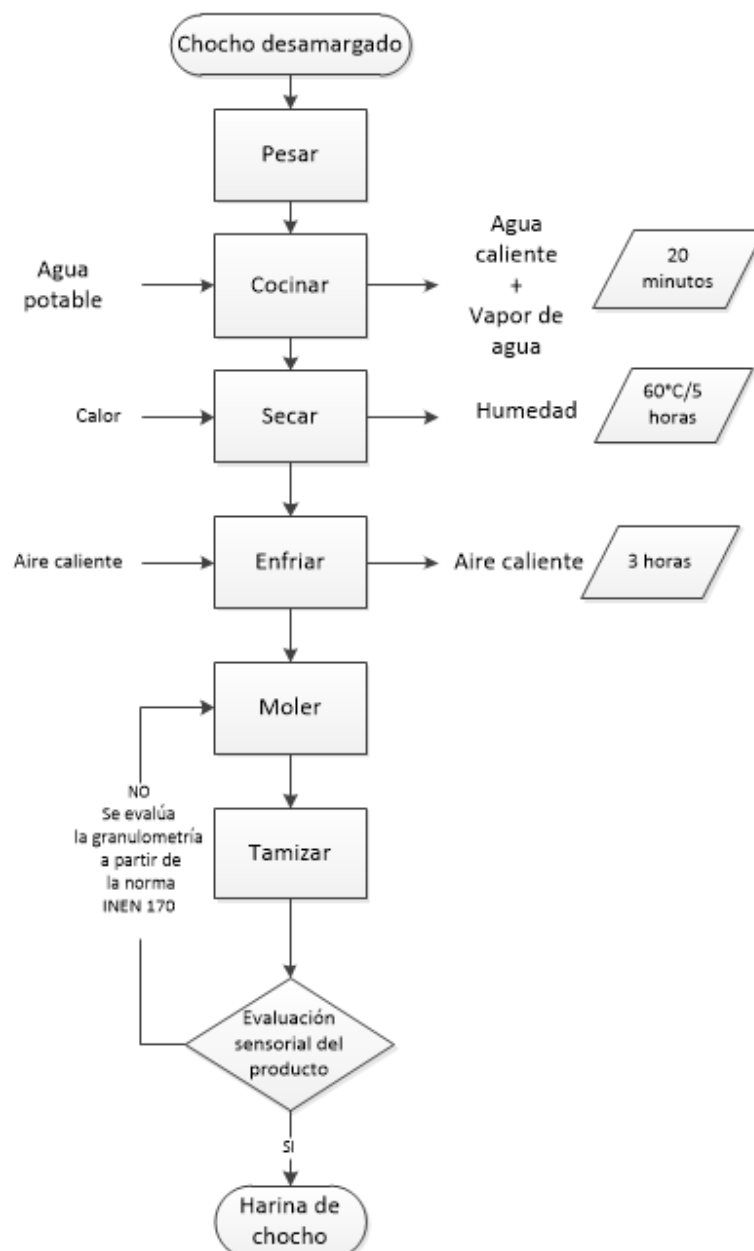


Figura 13. Proceso para obtener harina de chocho.

2.3. Proceso de elaboración del pan

En la figura 14 se describe el proceso de elaboración del pan con subproductos de chocho.

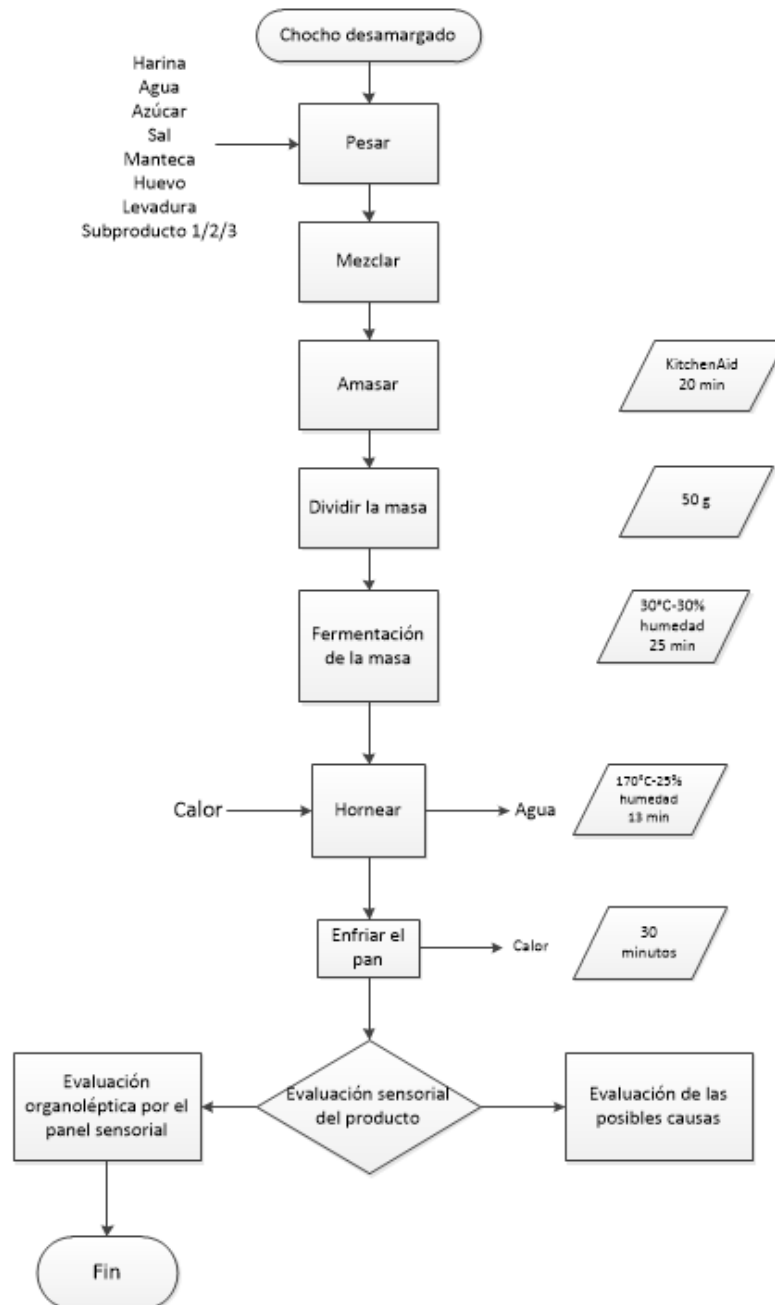


Figura 14. Proceso para elaborar pan con subproductos de chocho.

2.4 Formulaciones

Se desarrollaron distintas formulaciones para cada subproducto de chocho. Las formulaciones se realizaron mediante 3 ensayos experimentales de sustitución parcial de harina de trigo y agua con subproductos de chocho. Se utilizó una fórmula tradicional de panadería para el pan blanco. (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Formulación para pan blanco.

Formulación de pan blanco	
Ingrediente	%
Harina	74
Grasa	11,1
Levadura	2,2
Sal	1,5
Azúcar	8
Huevo	3,7
Agua	33,3

2.4.1 Formulación modificada con pasta de chocho.

A continuación se presentan las formulaciones para elaborar pan y lograr un producto semejante al pan común.

En las siguientes tablas se presentan las formulaciones con distintos porcentajes de pasta de chocho, 23,3% (Ver tabla 13); 29.7% (Ver tabla 14); 34.9 % (Ver tabla 15).

Tabla 13. Formulación con 23.3% de pasta de chocho.

Formulación N° 1 pan con pasta de chocho	
Ingrediente	%
Harina	34,9
Grasa	7
Levadura	1,7
Sal	0,6
Azúcar	3,5
Huevo	5,8
Agua	23,3
Pasta de chocho	23,3

Tabla 14. Formulación con 29.7% de pasta de chocho.

Formulación N° 2 pan con pasta de chocho	
Ingrediente	%
Harina	29,1
Grasa	7
Levadura	1,7
Sal	0,6
Azúcar	3,5
Huevo	5,8
Agua	22
Pasta de chocho	29,7

Tabla 15. Formulación con 34.9% de pasta de chocho.

Formulación N°3 pan con pasta de chocho	
Ingrediente	%
Harina	24,4
Grasa	7
Levadura	1,7
Sal	0,6
Azúcar	3,5
Huevo	5,8
Agua	22,1
Pasta de chocho	34,9

2.4.2 Formulación modificada con leche de chocho.

En las siguientes tablas se presentan las formulaciones con distintos porcentajes de leche de chocho, 34.7% (Ver tabla 16); 43.4% (Ver tabla 17); 48.2 % (Ver tabla 18).

Tabla 16. Formulación con 34.7% de leche de chocho.

Formulación N°1 pan con leche de chocho	
Ingrediente	%
Harina	44,9
Grasa	8,5
Levadura	2,1
Sal	1,1
Azúcar	5,8
Huevo	2,8
Leche de chocho	34,7

Tabla 17. Formulación con 43.4% de leche de chocho.

Formulación N°2 pan con leche de chocho	
Ingrediente	%
Harina	37,4
Grasa	8
Levadura	1,6
Sal	1,1
Azúcar	5,8
Huevo	2,7
Leche de chocho	43,4

Tabla 18. Formulación con 48.2% de leche de chocho.

Formulación N°3 pan con leche de chocho	
Ingrediente	%
Harina	32,6
Grasa	8
Levadura	1,6
Sal	1,1
Azúcar	5,8
Huevo	2,7
Leche de chocho	48,2

2.4.3 Formulación modificada con harina de chocho

En las siguientes tablas se presentan las formulaciones con distintos porcentajes de harina de chocho, 10.7% (Ver tabla 19); 24,89 (Ver tabla 20); 34,12% (Ver tabla 21).

Tabla 19. Formulación con 10.7% de harina de chocho.

Formulación N°1 pan con harina de chocho	
Ingrediente	%
Harina	44,72
Grasa	6,04
Levadura	1,12
Sal	2,8
Azúcar	1,68
Huevo	8,39
Agua	25,16
Harina de chocho	10,7

Tabla 20. Formulación con 24.89% de harina de chocho.

Formulación N°2 pan con harina de chocho	
Ingrediente	%
Harina	30,14
Grasa	8,30
Levadura	1,66
Sal	1,11
Azúcar	5,97
Huevo	2,77
Agua	25,17
Harina de chocho	24,89

Tabla 21. Formulación con 34,12% de harina de chocho.

Formulación N°3 pan con harina de chocho	
Ingrediente	%
Harina	13,60
Grasa	9,27
Levadura	1,85
Sal	1,24
Azúcar	6,67
Huevo	3,09
Agua	30,16
Harina de chocho	34,12

2.5. Análisis sensorial

Para analizar las características finales del pan se realizó un panel sensorial conformado por 30 personas en el que se presentó tres muestras, cada una con una formulación diferente de cada subproducto de chocho previamente realizado, este análisis se realizó 3 veces con 3 réplicas. Los panelistas analizaron las características organolépticas de cada muestra. El análisis se realizó mediante una prueba hedónica estructurada, que contempló distintas características sensoriales (Ver Anexo 1).

- **Identificación de Variables**

La investigación es experimental se ha considerado 3 variables independiente y 4 variables dependientes, la variable independiente es la cantidad y el tipo de chocho en la formulación y la segunda es la variable respuesta que se medirán través de las características organolépticas del producto y el perfil nutricional.

- **Variables sensoriales (Variables respuesta)**

Tabla 22. Variables sensoriales a evaluar.

VARIABLE DEPENDIENTE: Color del producto.		
DEFINICION CONCEPTUAL: Sensación que producen los rayos luminosos en los órganos visuales.		
DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Percepción visual del tono	El color del pan debe ser uniforme de dorado a ligeramente moreno	Escala (Desagradable, Agradable, Muy Agradable).
VARIABLE DEPENDIENTE: Olor del producto.		
DEFINICION CONCEPTUAL: El olor es una propiedad intrínseca del alimento, es la sensación resultante por la recepción de un estímulo en el sistema olfativo		
DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Percepción	Característico de un producto	Escala

olfativa	fresco, bien cocido sin indicios de rancidez, enmohecimiento u otro olor extraño objetable.	(Desagradable agradable, muy agradable)
----------	---	---

VARIABLE DEPENDIENTE: Sabor del producto.

DEFINICION CONCEPTUAL: Es la impresión que causa un alimento en el gusto

DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
	Característico de un producto	Escala
Percepción gustativa	fresco, bien cocido sin indicios de amargor, acidez u otro sabor extraño objetable.	(Desagradable agradable, muy agradable)

VARIABLE DEPENDIENTE: Textura del producto.

DEFINICION CONCEPTUAL: Característica de la superficie externa de un alimento

DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
	Debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.	Escala (Dura, crujiente, suave)
Percepción visual y táctil		

2.5.1. Diseño experimental del análisis sensorial

Objetivos

Determinar la aceptabilidad del pan con subproductos de chocho mediante un análisis sensorial.

Hipótesis

Ho: Las características organolépticas del pan varían de acuerdo al subproducto de chocho utilizado en la elaboración.

Ha: Las características organolépticas del pan no varían de acuerdo al subproducto de chocho utilizado en la elaboración.

Características del experimento

Factor: Pan con subproducto semielaborado de chocho.

A1: Pan con pasta de chocho

A2: Pan con leche de chocho

A3: Pan con harina de chocho

Nivel: Porcentaje de subproducto utilizado

B1: Bajo

B2: Intermedio

B3: Alto

Variables: Características organolépticas del pan

C1: Color

C2: Olor

C3: Sabor

C4: Textura

Tratamientos: 9 (Ver tabla 23).

Repeticiones: 3 (Ver tabla 23).

Unidad experimental: 27

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial A x B x C con 9 tratamientos y 3 repeticiones, analizando cada característica organoléptica de cada muestra con distintos subproductos de chocho.

Tabla 22. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones	Muestra	%	
1	1	Pan con pasta de chocho	23,3	Promedios características sensoriales
2	1	Pan con pasta de chocho	29,7	
3	1	Pan con pasta de chocho	34,9	
4	1	Pan con leche de chocho	34,8	
5	1	Pan con leche de chocho	43,4	
6	1	Pan con leche de chocho	48,2	
7	1	Pan con harina de chocho	10,1	
8	1	Pan con harina de chocho	25,2	
9	1	Pan con harina de chocho	30,2	
1	2	Pan con pasta de chocho	23,3	
2	2	Pan con pasta de chocho	29,7	
3	2	Pan con pasta de chocho	34,9	
4	2	Pan con leche de chocho	34,8	
5	2	Pan con leche de chocho	43,4	
6	2	Pan con leche de chocho	48,2	
7	2	Pan con harina de chocho	10,1	
8	2	Pan con harina de chocho	25,2	
9	2	Pan con harina de chocho	30,2	
1	3	Pan con pasta de chocho	23,3	
2	3	Pan con pasta de chocho	29,7	
3	3	Pan con pasta de chocho	34,9	
4	3	Pan con leche de chocho	34,8	
5	3	Pan con leche de chocho	43,4	
6	3	Pan con leche de chocho	48,2	
7	3	Pan con harina de chocho	10,1	
8	3	Pan con harina de chocho	25,2	
9	3	Pan con harina de chocho	30,2	

Procesamiento de datos

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico Minitab, se aplicó el test de tukey al 5% para los resultados estadísticamente significativos.

2.6. Análisis físico químico

El análisis físico químico se realizó tomando en cuenta los panes con los distintos subproductos y formulaciones.

2.6.1. Análisis de humedad

2.6.1.1. Materiales, equipos y reactivos para realizar el análisis de humedad

1. Balanza analítica con una capacidad de precisión de +/- 0.001 g
2. Mufla

3. Crisol
4. Pinza
5. Espátulas.

2.6.1.2. Método para realizar el análisis de humedad

1. Se colocaron 3 gramos de muestra de pan
2. Se introdujo a la mufla a una temperatura de 110°C por 2 horas.
3. Se dejó enfriar las muestras para pesar y realizar el cálculo de humedad respectivo.

2.6.1.3. Cálculo de humedad

$$\%H = \frac{P - P1}{P2} * 100 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Se utilizó la ecuación anterior donde:

P: Peso del recipiente solo (crisol) en gramos

P1: Peso del recipiente con las muestras en gramos

P2: Peso de las muestras en gramos

2.6.2. Análisis de fibra

2.6.2.1. Materiales, equipos y reactivos para realizar el análisis de fibra

1. Balanza analítica
2. Mufla
3. Crisoles
4. Trípode
5. Matraz Erlenmeyer
6. Embudo de 12cm de diámetro
7. Tela para filtración
8. Papel filtro
9. Pinzas
10. Éter anhídrido

11. Ácido sulfúrico
12. Hidróxido de sodio
13. Alcohol etílico
14. Asbesto preparado.

2.6.2.2. Método

1. Se trituro 3 gramos de muestra de cada muestra de pan.
2. Se colocó cada muestra en un matraz bola de 500ml y se adicionó a cada muestra 100ml de solución de ácido sulfúrico al 1,25% 37
3. Se colocaron las muestras en ebullición por 30 minutos.
4. Se filtró las muestras y se lavó con agua hirviendo.
5. Se colocó las muestras residuales en un matraz bola y se agregó 100 ml de hidróxido de sodio al 1,25% a cada matraz.
6. Se llevó a ebullición por 30 minutos.
7. Se filtró con el papel filtro usado anteriormente, lavándolo con agua caliente y ácido sulfúrico al 1,25%. La muestra residual final y el papel filtro se colocaron en un crisol y se introdujo en la estufa a 130°C por 2 horas. Se dejó enfriar las muestras para pesar y realizar el cálculo necesario.

2.6.2.3. Cálculo de la fibra

$$F = A - (c + pf) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Se utilizó la ecuación anterior donde:

A: Peso del crisol más peso del papel filtro usado C: peso crisol vacío pf: Peso papel filtro limpio

2.6.3. Análisis de cenizas

2.6.3.1. Materiales, equipos y reactivos para realizar el análisis de cenizas

1. Balanza analítica
2. Mufla
3. Crisoles
4. Pinzas

5. Espátula
6. Mechero bunsen

2.6.3.2. Método para realizar el análisis de cenizas

1. Se pesó 5 gramos de cada muestra de pan en un crisol.
1. Se calcino las muestras en los crisoles con ayuda del mechero bunsen hasta que no se desprendan gases.
2. Cada muestra se introdujo en la mufla a 500°C por 3 horas hasta que se formen cenizas blancas.
3. Se dejó enfriar para pesar y realizar los cálculos necesarios.

2.6.3.3. Cálculo de cenizas

$$\%C = \frac{P - P1}{P2} * 100 \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Se utilizó la ecuación anterior donde:

P: Peso del crisol solo P1: Peso del crisol más la muestra P2: Peso de la muestra.

2.6.4. Análisis de carbohidratos totales

2.6.4.1. Materiales, equipos y reactivos para analizar carbohidratos totales

1. Espectrofotómetro UV visible
2. Balanza analítica
3. Tubos de ensayo
4. Balones aforados 100ml
5. Gradilla
6. Pipeta serológica de 1ml y 10ml
7. Émbolos
8. Agua destilada
9. Fenol al 5% y ácido sulfúrico.

2.6.4.2. Método para analizar carbohidratos totales

1. Se disolvió las muestras de pan en 0,005 % de agua destilada.
2. De la solución anterior se sacó alícuotas.
3. Se adicionó 0,6 g de fenol al 5% y se homogenizo.
4. Se agregó 3,6 ml de ácido sulfúrico y se mezcló por 3 minutos.
5. Se elaboró una solución blanca con agua destilada, 0,6g de fenol 5%, y 3,6 ml de ácido sulfúrico.
6. Se dejó la solución en reposo por 30 minutos.
7. Se calibró el espectrofotómetro a 480nm y se determinó la absorbancia de las soluciones.

2.6.4.3. Cálculo de carbohidratos totales

Se realizó el mismo procedimiento pero agregando sacarosa y glucosa al 0,05 %, 0,250%, 0,050%, 0,075% y 0,100%. A partir de los datos de la absorbancia con esas concentraciones se elaboró la curva de calibración y se obtuvo las ecuaciones respectivas para los cálculos de carbohidratos.

Sacarosa $x = y+0$ (Ecuación 4)

Se utilizó la ecuación anterior donde:

X: Cantidad de sacarosa, Y: Absorbancia de la muestra deshidratada Glucosa
 $x = y-0,4678$ (Ecuación 5)

Se utilizó la ecuación anterior donde:

X: Cantidad de glucosa Y: Absorbancia de la muestra deshidratada
 Carbohidratos totales % = $x 0, * 100$ (Ecuación 6)

2.6.5. Análisis de proteínas

2.6.5.1. Materiales, equipos y reactivos para analizar proteínas

1. Equipo Kjendahl
2. Manto calefactor

3. Potenciómetro
4. Balanza analítica
5. Tubos de digestión
6. Pinzas
7. Espátula
8. Ácido sulfúrico
9. Sulfato cúprico
10. Hidróxido de sodio
11. Rojo de metilo
12. Etanol
13. Ácido clorhídrico.

2.6.5.2. Método Digestión

1. Se colocó de 0,3 g de muestra de pan un tubo de digestión kjendahl y adicionar 0,15 g de sulfato de cobre pentahidratado, 2,5 g de sulfato de potasio y 10ml de ácido sulfúrico.
2. Se activó el equipo kjendahl y se calibró a 360°C.
3. Se puso los tubos de digestión en a calentar.
4. Se colocó la unidad de extracción de gases sobre los tubos de digestión y se accionó antes de empezar el proceso.
5. Se esperó hasta que la solución tome una coloración azul verdosa y se dejó enfriar durante 4 horas sin retirar la trampa de gases.
6. Se adicionó 50ml de ácido clorhídrico 0,1N y 50 ml de ácido bórico al 4% en un Erlenmeyer de 250 ml.
7. Se encendió el destilador y se puso los tubos de digestión con la muestra en solución con 10ml de agua destilada.
8. Se programó el equipo para que adicione 40ml de sosa caústica al 36%.
9. Se encendió el destilado hasta que alcance un volumen de 100-150ml y se recogió el agua destilada de lavado sobre el destilado. Se tituló el excedente de ácido con ácido clorhídrico 0,1N.

2.6.5.3. Cálculo de proteína

Para el cálculo de proteína se debe multiplicar el% de proteína obtenido por un factor de conversión. En este caso el factor de conversión sería 6,25.

2.6.6. Análisis de lípidos

2.6.6.1. Materiales, equipos y reactivos

1. Matraz bola
2. Microfibra de celulosa
3. Algodón
4. Éter etílico
5. Soxhlet.

2.6.6.2. Método

1. Se pesó 5 g de muestra de pan
2. Se colocaron las muestras en la microfibra de celulosa.
3. Se preparó el equipo Soxhlet.
4. Se adicionó éter etílico por el condensador del equipo y se hizo fluir agua por el condensador para iniciar el calentamiento.
5. Se realizó la extracción por unas 3 a 4 horas.
6. Se desactivó el Soxhlet y se dejó evaporar el éter mediante el rota-vapor.
7. Se introdujo el matraz en una estufa memmert por 30 minutos a 100°C.
8. Se pesó el matraz.

2.6.6.3. Cálculo de grasa

$$\% = \frac{P2 - P1}{M} * 100 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Se utilizó la ecuación anterior donde:

P1: Peso del matraz solo (en gramos). P2: Peso del matraz junto con la grasa (en gramos). M: Peso de la muestra (en gramos).

3. CAPÍTULO III. RESULTADOS.

3.1 Desamargado del chocho

Inicialmente se colocó 250 g de chocho amargo y 500 g de agua en un recipiente (Ver figura 15).



Figura 15. Hidratación del chocho

Al cabo de 24 horas se obtuvo el 81% de muestra hidratada y 19% de muestra no hidratada (Ver figura 16), incrementando su peso en un 33%.



Figura 16. Muestra no hidratada.

Después se cocinó el grano hidratado y al final de esta operación se obtuvo el 100% de muestra hidratada y cocida (Ver figura 17). El grano incremento su peso en un 120% con respecto al peso inicial.



Figura 17. Muestra posterior a la cocción.

Se realizó el proceso de lavado durante 5 días, al final de este proceso el grano incremento su peso en un 150% con respecto al peso inicial (Ver Figura 18). Durante el proceso de lavado se determinó la cantidad de alcaloides mediante una evaluación sensorial de color y sabor. Al final se obtuvo un grano de color crema con sabor suave, agradable y casi insípido.



Figura 18. Muestra inicial (Izquierda), muestra final (Derecha).



Figura 19. Muestra final de chocho.

Según los datos obtenidos para el proceso de desamargado se requieren 40 kilos de agua por cada kilo de semilla de chocho crudo (40:1), agua: semilla de chocho crudo.

3.2 Subproductos de chocho

3.2.1 Pasta de chocho

La pasta de chocho era de color crema, con sabor agradable y olor característico, para su obtención se utilizó un molino de discos. A continuación se describe su composición nutricional.

Tabla 23. Composición nutricional de la pasta de chocho.

Parámetro	Unidad	Valor
Humedad	%	73,63
Proteína	%	51,2
Grasa	%	21,89
Carbohidratos	%	10
Fibra	%	13,52
Calcio	%	0,37
Fósforo	%	0,43
Magnesio	ppm	37
Hierro	ppm	61

3.2.1 Leche de chocho

Para preparar la leche se utilizó una relación 1:1 (chocho: agua). Al final se obtuvo un producto cremoso y con partículas pequeñas que al gusto eran casi imperceptibles. A continuación se describe su composición nutricional.

Tabla 24. Composición nutricional de la leche del chocho.

Parámetro	Unidad	Valor
Energía	Kcal	71,3
Humedad	g	93,6
Proteína	g	3,25
Carbohidratos	g	1,07
Grasa	g	1,82
Fibra	g	0,04
Calcio	mg	50
Fósforo	mg	95
Hierro	mg	2,5

3.2.2 Harina de chocho

La harina era de color blanco-amarillento, con partículas heterogéneas, olor suave y sabor característico a chocho. Para cumplir con los requerimientos en tamaño de partícula que establece la norma INEN 517 para harinas. Se tamizó el producto obteniendo un 26% de desperdicio. Luego del proceso de tamizado se reprocesó la harina con partículas > 3mm hasta lograr obtener partículas <3mm. La comparación de color (Figura 8) muestra una desviación estándar de 10,3, de acuerdo a la norma INEN 528 el color de la harina es aceptable para elaborar pan blanco, el color se determinó utilizando la tabla Pantone y corresponde al color Pantone 9180.



Figura 20. Harina con partículas > 3mm.



Figura 21. Harina con partículas < 3mm.

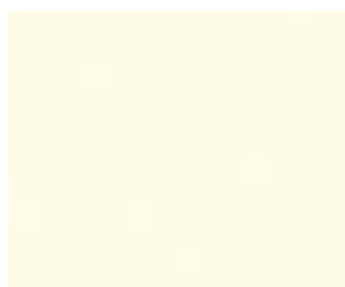


Figura 22. Color de la harina de chocho (Pantone 9180).



Figura 23. Comparación de color de la harina de trigo (izquierda) vs la harina de chocho (derecha).

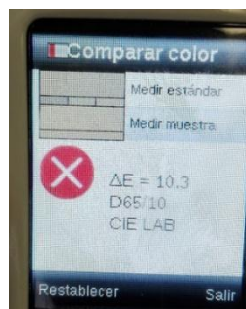


Figura 24. Resultados del colorímetro de la comparación de color de la harina de trigo vs la harina de chocho.

A continuación se describe su composición nutricional (tabla 25).

Tabla 25. Composición nutricional de harina de chocho.

Parámetro	Unidad	Valor
Humedad	%	4,72
Acidez	ml/g	0,15
Grasa	%	1,72
Proteína	%	44,8
Fibra cruda	%	0,3
Cenizas	%	9,11
Carbohidratos	%	39,8
Calcio	mg	84
Hierro	mg	7,2

3.2.3 Tratamientos

- Pasta de chocho



Figura 25. Pan con T1.



Figura 27. Pan con T2.



Figura 26. Pan con T3.

T1: Pan con pasta de chocho al 23.3%

T2: Pan con pasta de chocho al 29.7%

T3: Pan con pasta de chocho al 34.9%

- Leche de chocho



Figura 28. Pan con T4.



Figura 29. Pan con T5.



Figura 30. Pan con T6.

T4: Pan con leche de chocho al 34.8%

T5: Pan con leche de chocho al 43.4%

T6: Pan con leche de chocho al 48.2%

- Harina de chocho



Figura 33. Pan con T7.



Figura 32. Pan con T8.



Figura 31. Pan con T9.

T7: Pan con harina de chocho al 10.7%

T8: Pan con harina de chocho al 24,89%

T9: Pan con harina de chocho al 34.12%

3.3 Resultados organolépticos

Los resultados del análisis sensorial se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Promedios del análisis sensorial de cada característica organoléptica.

Tratamiento	Repeticiones	Muestra	% de subproducto de chocho				
1	1	1	23,3	Promedio Olor	Promedio Color	Promedio Sabor	Promedio Textura
2	1	1	29,7				
3	1	1	34,9				
4	1	2	34,8				
5	1	2	43,4				
6	1	2	48,2				
7	1	3	10,1				
8	1	3	25,2				
9	1	3	30,2				
1	2	1	23,3				
2	2	1	29,7				
3	2	1	34,9				
4	2	2	34,8				
5	2	2	43,4				
6	2	2	48,2				
7	2	3	10,1				
8	2	3	25,2				
9	2	3	30,2				
1	3	1	23,3				
2	3	1	29,7				
3	3	1	34,9				
4	3	2	34,8				
5	3	2	43,4				
6	3	2	48,2				
7	3	3	10,1				
8	3	3	25,2				
9	3	3	30,2				

Tabla 27. Descripción de los factores y número de niveles del diseño experimental.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	Fijo	3	1;2;3
Repeticón	Fijo	3	1;2;4

H₀: No existe diferencia significativa entre los tratamientos

H₁: Sí existe diferencia significativa entre los tratamientos

3.3.1 Resultados organolépticos del pan con pasta de chocho

- Color de pan con pasta de chocho

Tabla 29. Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable sabor.

Tabla 28. Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable sabor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,4
2	1	8,2
3	1	7,6
1	2	8,3
2	2	8,8
3	2	8,6
1	3	8,8
2	3	9
3	3	8,4

Como se observa en la tabla 28, la mayoría de resultados para la característica organoléptica color del producto se encuentran en un rango de 7,6 a 9 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 29. Resultado ANOVA para la característica color del pan con pasta de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,3356	0,16778	2,07	0,242
Repetición	2	0,7222	0,36111	4,45	0,096
Error	4	0,3244	0,08111		
Total	8	1,3822			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el color del pan entre los 3 tratamientos diferentes con pasta de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 30. Resultado de prueba Tukey para la característica color de pan con pasta de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	3	8,666	A
1	3	8,500	A
3	3	8,200	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

- Olor del pan con pasta de chocho

Tabla 31. Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable olor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,3
2	1	8,5
3	1	8
1	2	8,2
2	2	8,8
3	2	7,8
1	3	8,3
2	3	8,2
3	3	8,2

Como se observa en la tabla 31, la mayoría de resultados para la característica organoléptica olor del producto se encuentran en un rango de 7,8 a 8,8 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 32. Resultado ANOVA para la característica olor del pan con pasta de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,3755	0,1877	2,07	0,171
Repetición	2	0,0022	0,36111	4,45	0,983
Error	4	0,2644	0,08111		
Total	8	0,6421			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el olor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con pasta de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 33. Resultado de prueba Tukey para la característica color de pan con pasta de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	3	8,500	A
1	3	8,266	A
3	3	8,000	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

- Sabor del pan con pasta de chocho

Tabla 34. Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable sabor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,6
2	1	9
3	1	8,5
1	2	8,8
2	2	9,3
3	2	9,2
1	3	8,3
2	3	8,6
3	3	8,8

Como se observa en la tabla 30, la mayoría de resultados para la característica organoléptica sabor del producto se encuentran en un rango de 8,3 a 9,2 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 35. Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con pasta de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,2489	0,12444	3,15	0,151
Repetición	2	0,4622	0,36111	5,86	0,065
Error	4	0,1578	0,03944		
Total	8	0,8689			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el sabor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con pasta de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 36. Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con pasta de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	3	8,966	A
1	3	8,833	A
3	3	8,566	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

- Textura del pan con pasta de chocho

Tabla 37. Resultados de los tratamientos de pasta de chocho con respecto a la variable textura.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	9,5
2	1	9
3	1	8,8
1	2	9
2	2	9,5
3	2	8,2
1	3	9
2	3	8,8
3	3	8,6

Como se observa en la tabla 31, la mayoría de resultados para la característica textura del producto se encuentran en un rango de 8,2 a 9,5 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 38. Resultado ANOVA para la característica textura del pan con pasta de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,7267	0,3633	3,07	0,156
Repetición	2	0,14	0,07	0,59	0,596
Error	4	0,4733	0,118		
Total	8	1,34			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para la textura del pan entre los 3 tratamientos diferentes con pasta de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 39. Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con pasta de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	3	9,166	A
2	3	9,100	A
3	3	8,533	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

3.3.2 Resultados organolépticos pan con leche de Chocho

- Color de pan con leche de chocho

Tabla 40. Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable color.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,6
2	1	8,8
3	1	8,6
1	2	8,7
2	2	8,6
3	2	8,8
1	3	8,7
2	3	9,2
3	3	8,6

Como se observa en la tabla 32, la mayoría de resultados para la característica color del pan, se encuentran en un rango de 8,6 a 9,2 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 41. Resultado ANOVA para la característica color del pan con leche de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,0800	0,0400	0,92	0,568
Repetición	2	0,0466	0,0233	0,54	0,621
Error	4	0,1733	0,0433		
Total	8	0,3000			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el color del pan entre los 3 tratamientos diferentes con leche de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 42. Resultado de prueba Tukey para la característica color del pan con leche de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	3	8,866	A
1	3	8,666	A
3	3	8,666	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

- Olor del pan con leche de chocho

Tabla 43. Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable olor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,5
2	1	9,2
3	1	8
1	2	8,7
2	2	9
3	2	7,8
1	3	8,3
2	3	8,8
3	3	8,3

Como se observa en la tabla 33, la mayoría de resultados para la característica olor del producto se encuentran en un rango de 8 a 9,2 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 44. Resultado ANOVA para la característica olor del pan con leche de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	1,4022	0,7011	10,34	0,026
Repetición	2	0,0155	0,0077	0,11	0,894
Error	4	0,2711	0,0677		
Total	8	1,6888			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el olor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con leche de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 2 presenta mejores características en el olor con respecto a la muestra con el tratamiento 3, sin embargo no tiene una diferencia significativa con la muestra con el tratamiento 1, la muestra con los tratamiento 1 y 3 tampoco presenta diferencias significativas entre sí.

Tabla 45. Resultado de prueba Tukey para la característica olor del pan con leche de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
2	3	9,000	A	
1	3	8,500	A	B
3	3	8,033		B

Las medias no comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación sí son estadísticamente diferentes.

- Sabor del pan con leche de chocho

Tabla 46. Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable sabor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	9
2	1	9,3
3	1	8,8
1	2	9,2
2	2	9,5
3	2	9,4
1	3	8,8
2	3	9,2
3	3	8,8

Como se observa en la tabla 34, la mayoría de resultados para la característica sabor del producto se encuentran en un rango de 8,8 a 9,5 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 47. Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con leche de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,2222	0,1111	7,69	0,053
Repetición	2	0,3088	0,1544	10,69	0,085
Error	4	0,0577	0,0144		
Total	8	0,5888			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el sabor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con leche de chocho.

Por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que no existen datos significativamente diferentes.

Tabla 48. Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con leche de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	3	9,333	A
1	3	9,000	A
3	3	9,000	A

Las medias comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación no son estadísticamente diferentes.

- Textura del pan con leche de chocho

Tabla 49. Resultados de los tratamientos de leche de chocho con respecto a la variable textura.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	9,5
2	1	9,5
3	1	8,8
1	2	9
2	2	9,5
3	2	8,8
1	3	9
2	3	9,2
3	3	8,7

Como se observa en la tabla 35, la mayoría de resultados para la característica textura del producto se encuentran en un rango de 8,8 a 9,7 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 50. Resultado ANOVA para la característica textura del pan con leche de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,6155	0,3077	12,59	0,019
Repetición	2	0,1355	0,0677	2,77	0,176
Error	4	0,0977	0,0244		
Total	8	0,8488			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para la textura del pan entre los 3 tratamientos diferentes con leche de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 2 presenta mejores características en la textura con respecto a la muestra con el tratamiento 3, sin embargo no tiene una diferencia significativa con la muestra con el tratamiento 1, al mismo tiempo la muestra con los tratamiento 1 y 3 no son significativamente diferentes entre sí.

Tabla 51. Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con leche de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
2	3	9,400	A	
1	3	9,167	A	B
3	3	8,767		B

Las medias no comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación sí son estadísticamente diferentes

- Color de pan con harina de chocho

Tabla 52. Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable color.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	7,8
2	1	7,3
3	1	7,5
1	2	8
2	2	7,6
3	2	7,2
1	3	8,6
2	3	8,2
3	3	8

Como se observa en la tabla 36, la mayoría de resultados para la característica organoléptica color del producto se encuentran en un rango de 7,2 a 8,6 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 53. Resultado ANOVA para la característica color del pan con harina de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,5267	0,2633	9,88	0,028
Repetición	2	0,9867	0,4933	18,5	0,01
Error	4	0,1067	0,0266		
Total	8	1,6201			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el color del pan entre los 3 tratamientos diferentes con harina de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 1

presenta mejores características en el color con respecto a la muestra con el tratamiento 3, sin embargo no tiene una diferencia significativa con la muestra con el tratamiento 2, al mismo tiempo la muestra con los tratamiento 2 y 3 no son significativamente diferentes entre sí.

Tabla 54. Resultado de prueba Tukey para la característica color del pan con harina de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
2	3	8,133	A	
1	3	7,700	A	B
3	3	7,566		B

Las medias no comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación sí son estadísticamente diferentes

- Olor de pan con harina de chocho

Tabla 55. Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable olor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,5
2	1	8,2
3	1	8
1	2	8
2	2	7,8
3	2	7,5
1	3	8,6
2	3	8,3
3	3	8

Como se observa en la tabla 37, la mayoría de resultados para la característica organoléptica color del producto se encuentran en un rango de 7,5 a 8,6 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 56. Resultado ANOVA para la característica olor del pan con harina de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	0,4266	0,2133	128,0	0,002
Repetición	2	0,5066	0,2533	152,0	0,030
Error	4	0,0066	0,0016		
Total	8	0,9400			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el olor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con harina de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 1 presenta mejores características en el olor con respecto a las muestras con los tratamiento 2 y 3 y éstos también son estadísticamente diferentes entre sí.

Tabla 57. Resultado de prueba Tukey para la característica olor del pan con harina de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
1	3	8,366	A		
2	3	8,100		B	
3	3	7,833			C

Las medias no comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación sí son estadísticamente diferentes

- Sabor de pan con harina de chocho

Tabla 58. Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable sabor.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,5
2	1	7,8
3	1	7
1	2	8,8
2	2	7,6
3	2	7,2
1	3	8,6
2	3	8
3	3	7,6

Como se observa en la tabla 58, la mayoría de resultados para la característica organoléptica sabor del producto se encuentran en un rango de 7 a 8,8 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 59. Resultado ANOVA para la característica sabor del pan con leche de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	2,8467	1,4233	32,85	0,003
Repetición	2	0,1400	0,0700	1,6	0,306
Error	4	0,1733	0,0433		
Total	8	3,1600			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el sabor del pan entre los 3 tratamientos diferentes con harina de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 1

presenta mejores características en el olor con respecto a las muestras con los tratamientos 2 y 3 y entre estas muestras no existe diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 60. Resultado de prueba Tukey para la característica sabor del pan con harina de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
1	3	8,633	A	
2	3	7,800		B
3	3	7,266		B

Las medias no comparten la misma letra en común por lo tanto las respuestas de aceptación sí son estadísticamente diferentes

- Textura del pan con harina de chocho

Tabla 61. Resultados de los tratamientos de harina de chocho con respecto a la variable textura.

Tratamientos	Repetición	Resultado
1	1	8,5
2	1	6,5
3	1	6
1	2	8,6
2	2	6,4
3	2	6,2
1	3	8,5
2	3	6,6
3	3	6

Como se observa en la tabla 39, la mayoría de resultados para la característica organoléptica textura del producto se encuentran en un rango de 6 a 8,5 y significa que tiene un nivel de “agradable” y “muy agradable” de acuerdo a la encuesta realizada.

- **Análisis de Varianza**

Tabla 62. Resultado ANOVA para la característica textura del pan con harina de chocho.

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Tratamientos	2	10,4067	5,0330	446,00	0,000
Repetición	2	0,0067	0,0033	0,3	0,766
Error	4	0,0467	0,0116		
Total	8	10,4600			

Al analizar el valor p de tratamientos se determina que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para la textura del pan entre los 3 tratamientos diferentes con harina de chocho.

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

A continuación se observan los resultados de la prueba de Tukey y se verifica que existen datos significativamente diferentes, la muestra con el tratamiento 1 presenta mejores características en el olor con respecto a las muestras con los tratamientos 2 y 3 y éstos también son estadísticamente diferentes entre sí.

Tabla 63. Resultado de prueba Tukey para la característica textura del pan con harina de chocho.

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
1	3	8,533	A		
2	3	6,500		B	
3	3	6,066			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

3.4. Resultados generales.

A continuación se observan los resultados que se obtuvieron al realizar un análisis estadístico entre los 9 tratamientos simultáneamente.

Información del factor

- Color

Análisis de Varianza

Tabla 64. Resultado ANOVA para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Subproducto de chocho	2	1,3780	0,6890	13,16	0,006
Error	6	0,3141	0,0523		
Total	8	1,6921			

Al analizar el Valor p se determina que es $<$ que 0.05 por lo tanto, sí existe una varianza estadísticamente significativa en el color del pan entre las muestras con los distintos subproductos de chocho.

A continuación se observan los resultados de la prueba Tukey para los datos significativos.

Tabla 65. Resultado de prueba Tukey para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Medias de subproductos del chocho	N	Media	Agrupación	
2	3	8,733	A	
1	3	8,456	A	
3	3	7,800		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, por lo tanto la muestra N°3 (pan con harina de chocho) presenta una diferencia estadísticamente significativa y una menor aceptabilidad en los resultados (Color).

En la figura 34 se puede observar las repeticiones que se realizaron para cada tratamiento y se determina que las medias del pan con subproducto 2 (leche de chocho) mantienen medias más altas.

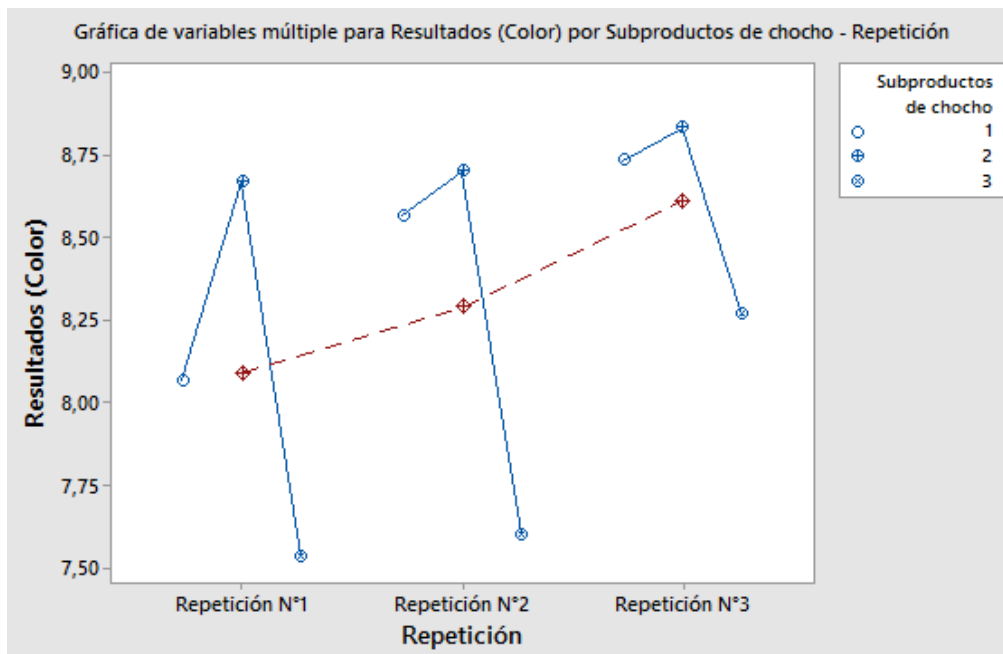


Figura 34. Gráfica de variables múltiple para Resultados (Color) por Subproductos de chocho-Repetición.

En la figura 35 se pueden observar los efectos principales en la Aceptabilidad con respecto a las diferentes muestras con distintos subproductos. Se determinó que la muestra con subproducto de chocho N°2 tuvo el mayor efecto positivo en los panelistas con respecto a la Respuesta Color.

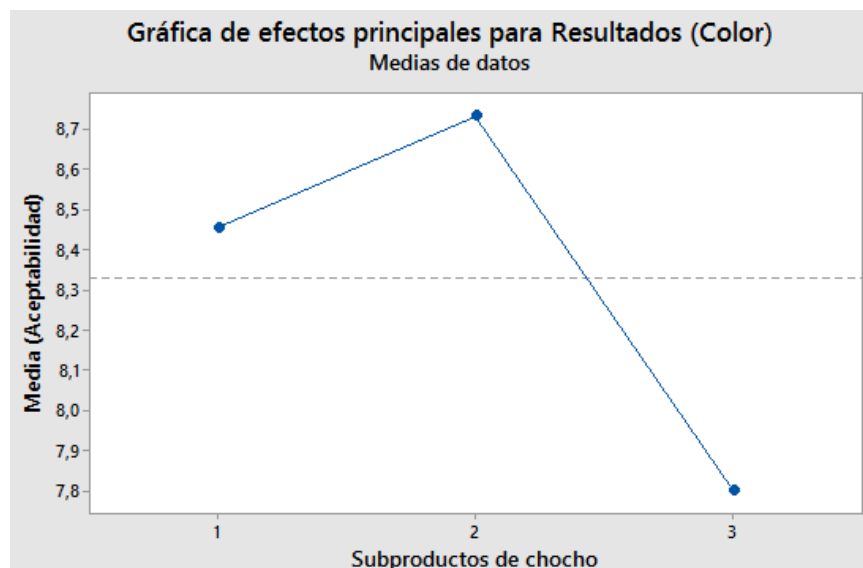


Figura 35. Gráfica de efectos principales para resultado color.

- **Olor**

Tabla 66. Resultado ANOVA para la característica olor entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Subproducto de chocho	2	0,2585	0,1293	1,06	0,405
Error	6	0,7348	0,1225		
Total	8	0,9933			

Como se observa en la Tabla 66 el valor p es > 0.05 , por lo tanto no existe diferencia estadísticamente significativa. Esto quiere decir, que los subproductos de chocho no influyeron en el color de las muestras.

Al realizar la prueba de Tukey se puede corroborar que las medias comparten letras, e decir no son significativamente diferentes.

Tabla 67. Resultado prueba de Tukey para la característica color entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Medias de subproductos del chocho	N	Media	Agrupación	
2	3	8,511	A	
1	3	8,256	A	
3	3	8,100		B

En la figura 36 se puede observar las interacciones de los subproductos utilizados con respecto a la aceptabilidad del Olor de la muestra, se determinó que la muestra N°2 (pan con leche de chocho) tuvo más aceptabilidad en las 3 repeticiones.

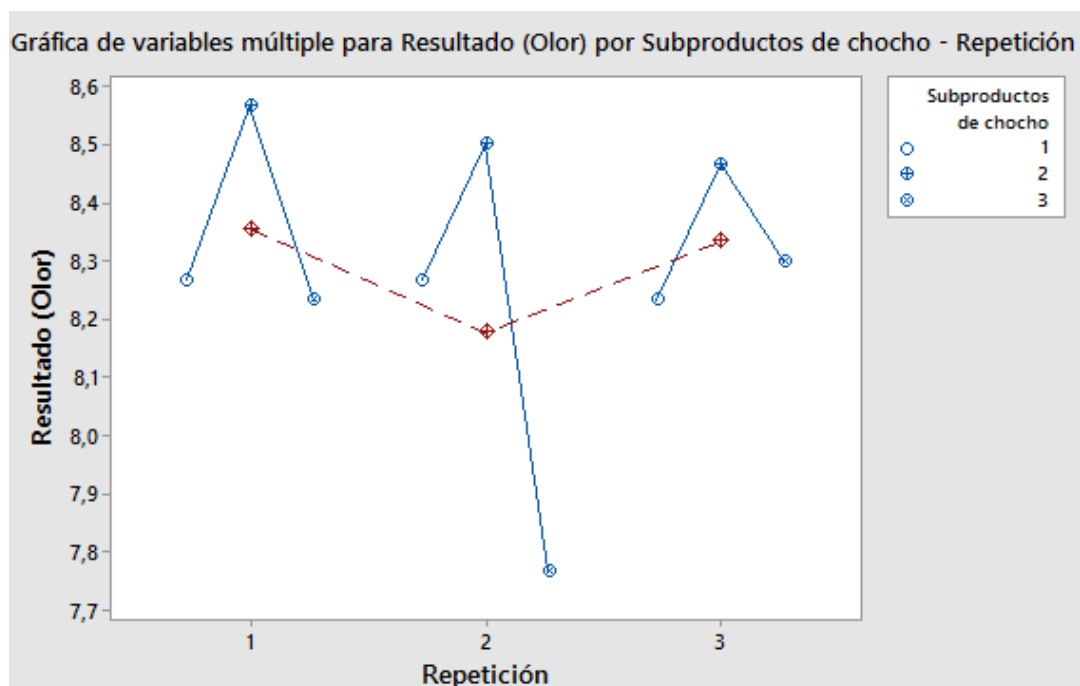


Figura 36. Gráfica de variables múltiple para Resultados (Olor) por Subproductos de chocho-Repetición.

En la figura 37 se pueden observar los efectos principales en la Aceptabilidad con respecto a las diferentes muestras con distintos subproductos. Se determinó que la muestra con subproducto de chocho N°2 tuvo el mayor efecto

tuvo el mayor efecto positivo en los panelistas con respecto a la Respuesta Olor.

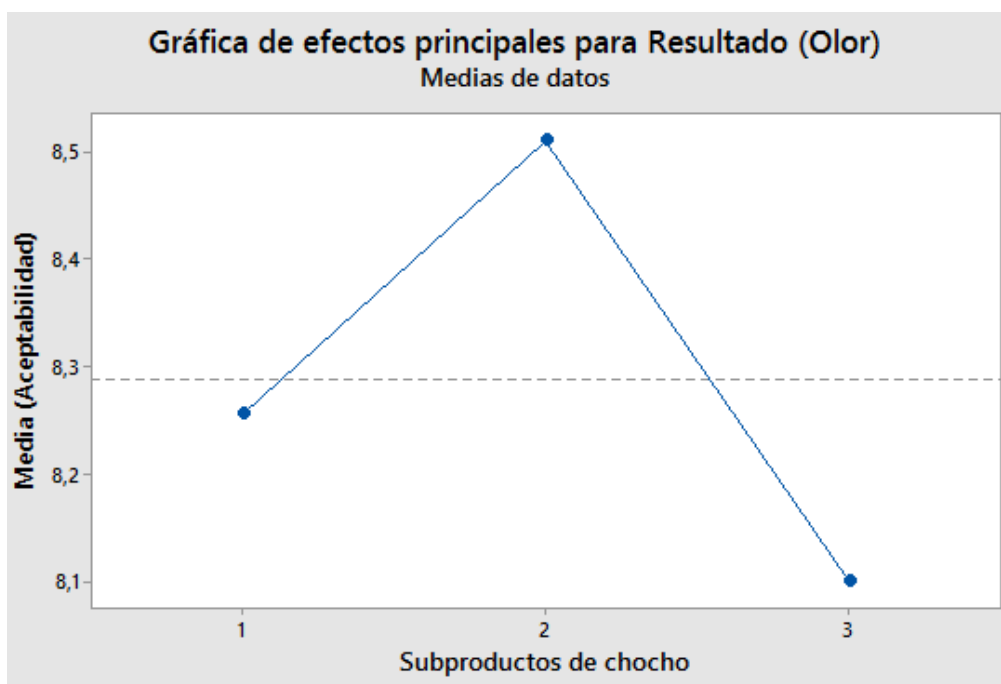


Figura 37. Gráfica de efectos principales para resultado Olor.

- **Sabor**

Análisis de Varianza

Tabla 68. Resultado Anova para la característica sabor entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Subproducto de chocho	2	2,3610	1,1804	6,40	0,032
Error	6	1,106	0,1843		
Total	8	3,467			

Al analizar el Valor p de la Tabla 68 se determina que es $< 0,05$ por lo tanto, sí existe una varianza estadísticamente significativa en el sabor del pan entre las muestras con los distintos subproductos de chocho.

Al realizar la prueba de Tukey se puede corroborar que las medias no comparten letras, es decir son significativamente diferentes.

Tabla 68. Resultado prueba de tukey para la característica sabor entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Medias de subproductos del chocho	N	Media	Agrupación	
2	9	9,111	A	
1	9	8,788	A	
3	9	7,900		B

En la figura 38 se puede observar las interacciones de los subproductos utilizados con respecto a la aceptabilidad del Sabor de la muestra, se determinó que la muestra N°2 (pan con leche de chocho) tuvo más aceptabilidad en las 3 repeticiones.

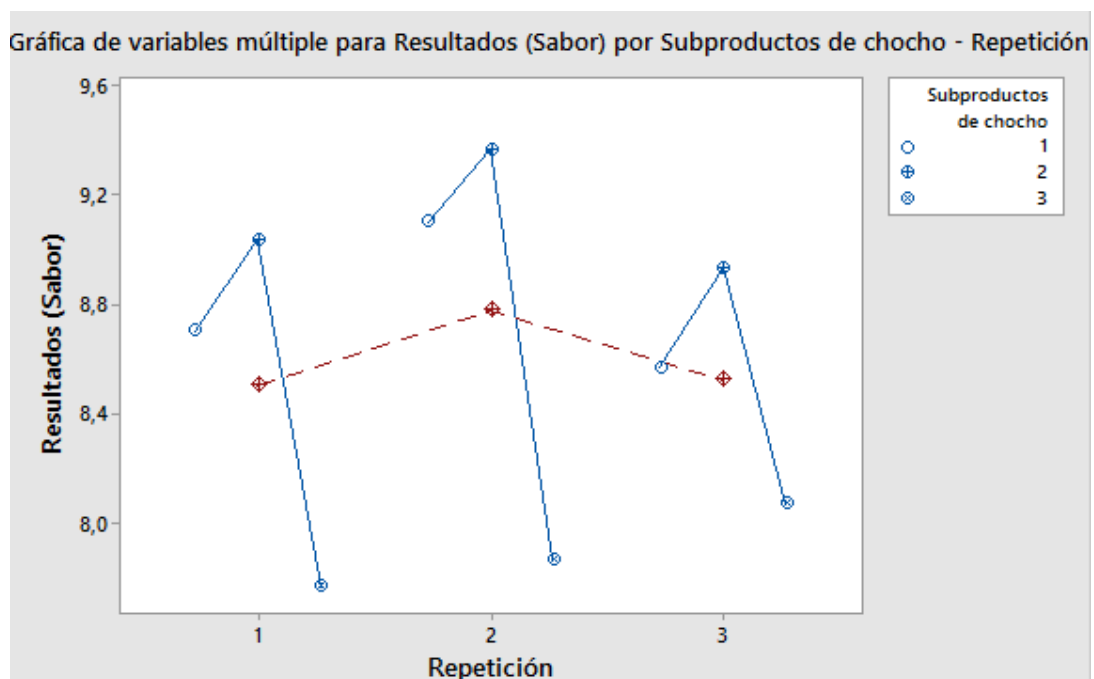


Figura 38. Gráfica de variables múltiple para Resultados (Sabor) por Subproductos de chocho-Repetición.

En la figura 39 se pueden observar los efectos principales en la Aceptabilidad con respecto a las diferentes muestras con distintos subproductos. Se determinó que la muestra con subproducto de chocho N°2 tuvo el mayor efecto positivo en los panelistas con respecto a la respuesta Sabor.

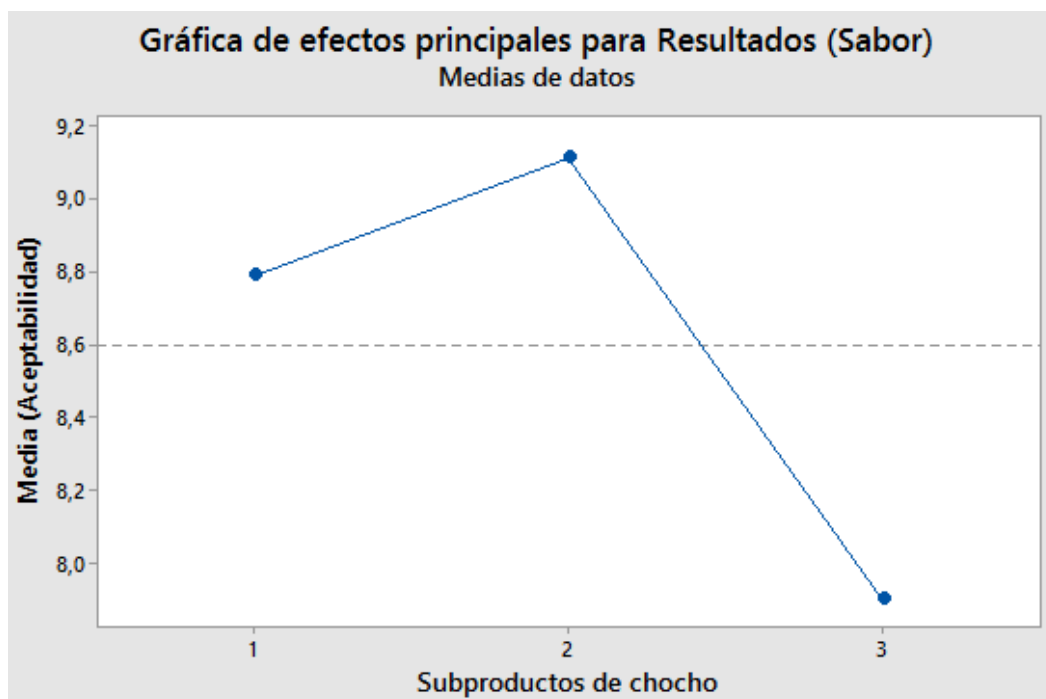


Figura 39. Gráfica de efectos principales para resultado Sabor.

- **Textura**

Análisis de Varianza

Tabla 69. Resultado ANOVA para la característica textura entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
Subproducto de chocho	2	8,1970	4,0980	6,13	0,035
Error	6	4,01	0,6683		
Total	8	12,207			

Al analizar el Valor p se determina que es $<$ que 0.05 por lo tanto, sí existe una varianza estadísticamente significativa en la textura del pan entre las muestras con los distintos subproductos de chocho

Al realizar la prueba de Tukey se puede corroborar que las medias no comparten letras, por lo tanto los resultados presentan una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 70. Resultado de prueba Tukey para la característica textura entre todos los tratamientos (9) con los distintos subproductos (pasta, leche y harina de chocho).

Medias de subproductos del chocho	N	Media	Agrupación	
2	3	9,111	A	
1	3	9,000	A	
3	3	7,033		B

En la figura 40 se puede observar las interacciones de los subproductos utilizados con respecto a la aceptabilidad de la textura de la muestra, se determinó que la muestra N°2 (pan con leche de chocho) tuvo más aceptabilidad en las 3 repeticiones.

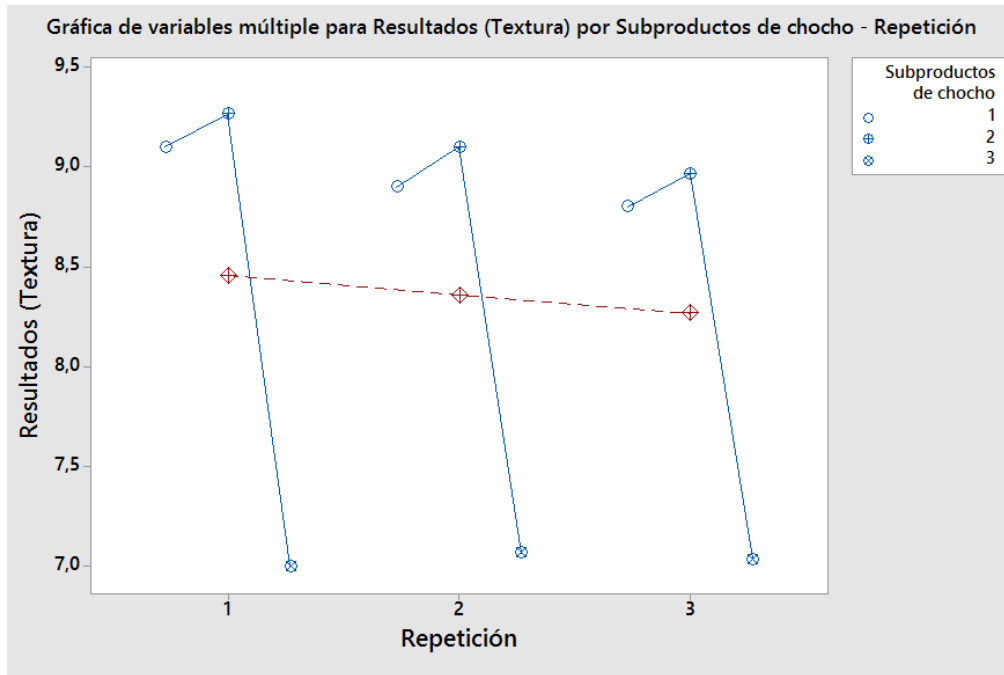


Figura 40. Gráfica de variables múltiple para Resultados (Textura) por Subproductos de chocho-Repetición.

En la figura 41 se pueden observar los efectos principales en la Aceptabilidad con respecto a las diferentes muestras con distintos subproductos. Se determinó que la muestra con subproducto de chocho N°2 tuvo el mayor efecto positivo en los panelistas con respecto a la Respuesta textura.

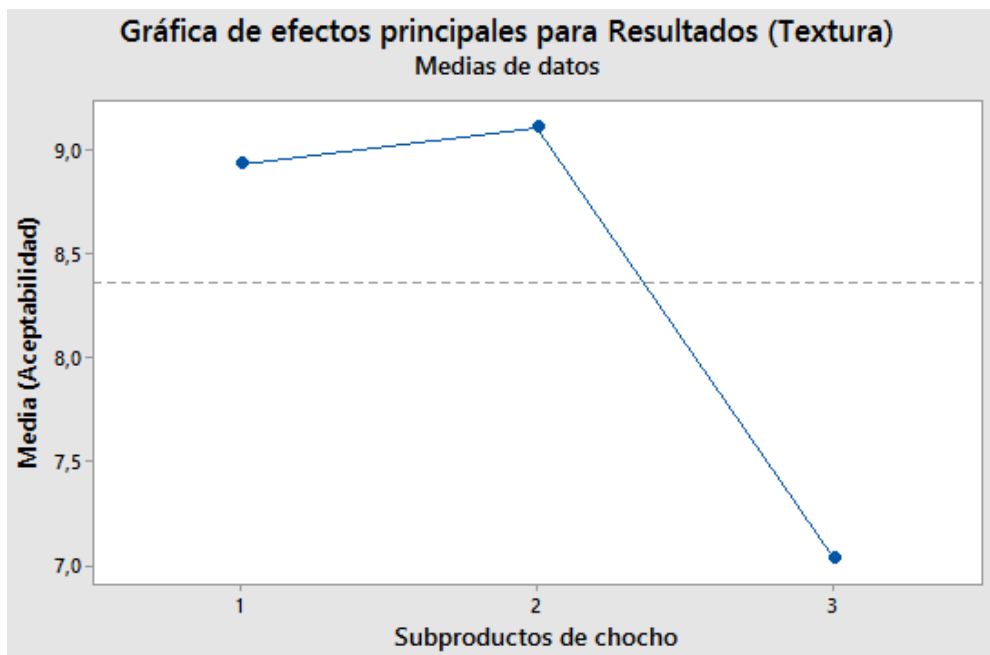


Figura 41. Gráfica de efectos principales para resultado Textura.

3.5. Resultados del Costo/Proteína

En la tabla 71 se puede observar los resultados del análisis nutricional realizado a las distintas muestras, previamente seleccionadas por un análisis organoléptico.

Dónde:

Muestra 1: Pan con pasta de chocho al 29.7%.

Muestra 2: Pan con leche de chocho al 29.7 %.

Muestra 3: Pan con harina de chocho al 10.1%.

Muestra 4: Pan blanco común.

Tabla 71. Resultados del análisis nutricional.

MUESTRAS	Composición Nutricional (%)				
	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidratos
Muestra 1	34,78	15,18	7,46	1,74	38,44
Muestra 2	35,12	16,73	6,74	0,67	38,94
Muestra 3	29,04	12,95	23,43	1,14	31,99
Muestra 4	31	9	3,2	3,5	49

Adaptado de: Labolab, 2016 (Ver Anexo 2), (Ver Anexo 3), (Ver Anexo 4).

A continuación se detalla los costos de elaboración por cada muestra

Tabla 72. Resultados de costo de elaboración/muestra.

MUESTRAS	COSTO DE ELABORACIÓN (\$)
Muestra 1	0,13
Muestra 2	0,12
Muestra 3	0,15
Muestra 4	0,09

4. CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis de Diseño experimental para cada tratamiento.

Al observar el resultado de las varianzas con cada tratamiento con los distintos subproductos de chocho se determina que:

- Para el tratamiento T1, T2 y T3 (pan con pasta de chocho)

T1: Pan con pasta de chocho al 23.3%

T2: Pan con pasta de chocho al 29.7%

T3: Pan con pasta de chocho al 34.9%

Se determina que no existe diferencia significativa en el grado de aceptabilidad de las características organolépticas, sin embargo se observa que para las variables color, olor y sabor la media de las réplicas del T2 (pan con pasta de chocho al 29,7%) tienen un promedio mayor, mientras que la característica textura mantiene su media más alta para el tratamiento T1 (pan con pasta de chocho al 23.3%).

- Para el tratamiento T1, T2, T3 (pan con leche de chocho)

T1: Pan con leche de chocho al 34.8%

T2: Pan con leche de chocho al 43.4%

T3: Pan con leche de chocho al 48.2%

Se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con respecto a la aceptabilidad de las características organolépticas color y sabor, sin embargo se determina que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el T2 Y T3 con respecto a la aceptabilidad de las características organolépticas olor y textura, en cuanto a T1 Y T2 mantienen diferencias entre las medias, pero estas no son significativas.

Al analizar las medias se determina que el T2 (pan con leche de chocho al 43.4%) tiene un promedio mayor en sus medias con respecto a las de los T1 Y T3.

- Para el tratamiento T1, T2, T3 (pan con harina de chocho)

T1: Pan con harina de chocho al 10.11%

T2: Pan con harina de chocho al 24.89%

T3: Pan con harina de chocho al 34.12%

Se determina que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con respecto a la aceptabilidad de las características organolépticas. Siendo el T1 (pan con harina de chocho al 10.11%) el que obtuvo los resultados más favorables con diferencia. De igual forma, al observar las medias se determina que el T1 mantiene las medias con las respuestas más favorables en todos los resultados organolépticos realizados.

4.2. Análisis de Diseño experimental general

Una vez finalizado el análisis estadístico individual se procedió a elegir el mejor tratamiento por cada subproducto, esto se realizó en función de los resultados organolépticos obtenidos y el método con el que se pueda aprovechar la mayor cantidad de proteína presente en el chocho. Por lo tanto se escogió los siguientes tratamientos:

T2: Pan con pasta de chocho al 29.7%

T2: Pan con leche de chocho al 43.4%

T1: Pan con harina de chocho al 10.7%

4.3. Análisis de Diseño experimental para cada tratamiento

Al observar el análisis de todos los tratamientos de forma grupal donde:

- | | |
|---|--|
| 1 | T1: Pan con pasta de chocho al 23.3% |
| | T2: Pan con pasta de chocho al 29.7% |
| | T3: Pan con pasta de chocho al 34.9% |
| 2 | T1: Pan con leche de chocho al 34.8% |
| | T2: Pan con leche de chocho al 43.4% |
| | T3: Pan con leche de chocho al 48.2% |
| 3 | T1: Pan con harina de chocho al 10.7% |
| | T2: Pan con harina de chocho al 24.89% |
| | T3: Pan con harina de chocho al 34.12% |

Se determina que para las variable color, sabor y textura, existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados organolépticos de los distintos tratamientos, dando a la media del subproducto 3 (harina de chocho), el resultado menos aceptable (más negativo). Mientras que las medias para el subproducto 2 son mayores (más favorables) para todas las características organolépticas, sin embargo aunque la diferencia se puede apreciar en las gráficas de efectos principales, no tiene una diferencia estadísticamente significativa con respecto a las medias del subproducto 1.

4.4. Análisis de Costo/ Proteína

La muestra 2 (Pan con leche de chocho al 34.8%) es con la que se obtiene más cantidad de proteína por centavo invertido (1.3 g/ctv), por lo tanto si una

pieza de pan de 50 g tiene un costo de producción de 0.12 USD, se obtienen 15.6 g de proteína.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se elaboró pan a partir de subproductos semielaborados del chocho, logrando conservar las características organolépticas del pan común.

El pan que presenta mayor aceptabilidad es el elaborado a partir de leche de chocho, en segundo lugar el elaborado a partir de pasta de chocho, y por último el elaborado a partir de harina de chocho.

Se realizó un análisis comparativo entre los productos obtenidos mediante un perfil nutricional, al observar los resultados de cada tratamiento con subproducto de chocho se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa con respecto al grado de aceptabilidad de las características organolépticas al utilizar pasta de chocho y leche de chocho en la elaboración de pan.

El pan elaborado con leche de chocho tiene resultados superiores en todos los análisis estadísticos con respecto a las del pan con pasta de chocho y pan con harina de chocho.

Se determinó que el pan con harina de chocho tiene menor aceptación y sus características organolépticas presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto al pan elaborado con pasta de chocho y leche de chocho.

Se determinó que el mejor beneficio se obtiene al usar la leche de chocho, porque por cada centavo invertido se obtiene 1.3 g de proteína, mientras que al emplear pasta de chocho por cada centavo invertido se obtiene 1.1 g de proteína, finalmente al utilizar harina de chocho se obtiene 0.8 g de proteína por cada centavo invertido.

A nivel nacional el pan ocupa el tercer lugar como fuente de carbohidratos y el séptimo lugar como fuente de proteína y pese a que su consumo actual es creciente (ENSANUT, 2013), no es considerado un alimento que contribuya significativamente con un aporte proteico diario. Se concluye que al elaborar pan de chocho la cantidad y calidad de la proteína de este alimento básico aumenta, además la proteína que aporta está compuesta de aminoácidos esenciales, distintos a los existentes en la harina de trigo.

Las encuestas realizadas nos permitieron guiar la investigación hacía la obtención de un pan organolépticamente similar al pan blanco, la elaboración de pan a partir de subproductos de chocho se considera un proyecto viable porque existe un consumo tradicional de este alimento y se han determinaron los beneficios nutricionales del chocho.

Los panes con subproducto de chocho tienen más proteína, grasa y menos carbohidrato y fibra que el pan blanco común.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones acerca de la biodisponibilidad de la proteína del chocho.

Por la tendencia actual de consumo de productos de origen vegetal como fuentes de proteína se recomienda utilizar el chocho en otros productos similares como galletas o pastel debido a los resultados favorables obtenidos.

Se recomienda investigar acerca de posibles usos del agua que se desecha del proceso de desamargado.

Se recomienda investigar sobre un método más eficiente para eliminar los alcaloides del chocho amargo.

REFERENCIAS

- Alderman, H., Hoddinott, J. y Kinsey, B. (2006). *Long term consequences of early childhood malnutrition*. Oxford, Estados Unidos.
- Aleixandre, J. (2006). *Procesos de Elaboración de Alimentos*. Valencia, España: Ed. U.P.V.
- Banco Mundial. (2007). *Insuficiencia Nutricional en Ecuador*.
- Behar, R. (2010). *El paradigma de los trastornos de la conducta alimentaria*. Santiago de Chile, Chile.
- Berti, P., Peralta y Villacrés, E. (2006). *Valor nutritivo de los granos andinos, desde la perspectiva del requerimiento humano, valor económico y potencial de producción*. Quito, Ecuador.
- Bourgeois, C. y Larpent, J. P. (2012). *Microbiología Alimentaria II: Fermentaciones Alimentarias*. Zaragoza, España. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Caicedo, C., Peralta, E. (2012). *Sistemas de Producción y Procesamiento artesanal del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*. Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Caicedo, C., Peralta, E. y Rivera, M. (2010). *INIAP, El cultivo de chocho en Ecuador*. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- Caicedo, C. y Jiménez, R. (2010). *Importancia Agroecológica y Socioeconómica del chocho*. Revista Raíces Agropecuarias (30), pp. 28-31.
- Calvel, R. (2004). *El Sabor del Pan*. Barcelona, España: Ed. Montagud.

- Camarena, F. (2013.) *Reducción en el tiempo requerido para la eliminación de alcaloides del chocho*. Lima, Perú: Vicens
- Camargo, C., Bragantini, C. y Monares, A. (2013). *Sistemas de Producción de Semillas para Pequeños Agricultores: Una visión No Convencional. Anexo del Boletín de Semillas para América Latina*. Vol. 8. No.2. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Unidad de Semillas. Cali, Colombia.
- Chang, S., Wang, L. y Brouwer, (2011). *El paradigma de los trastornos de la conducta alimentaria*. Londres, Reino Unido. Kamel, B. (2013). *Advances in Baking Technology*. New York, Estados Unidos: Ed. VCH.
- Delgado, A. (2008). *Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación*. Lima, Perú: La Molina.
- ENSANUT. (2014). Recuperado el 12 de Julio del 2016 de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf.
- Escuela de Ingeniería de Alimentos, Grupo de Investigación GIPAB. (2013). *Caracterización de semillas de lupino (Lupinus mutabilis) sembrado en los Andes de Colombia*. Recuperado el 16 de Julio del 2016 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122010000100014.
- Falconí, C. 2012. *Lupinus mutabilis in Ecuador with special emphasis on anthracnose resistance*. Ámsterdam, Holanda.
- FAO (2012). *Cultivo y utilización del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Roma
- FAO. (2014). *Las leguminosas en la nutrición humana*. Roma, Italia.
- Fellows, P. (2013). *Tecnología del Procesado de los Alimentos*. Zaragoza, España: Ed Acribia.

- Freire, E., Rojas, P. y Buendia, W (2010) *Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento: SABE I Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Gross, R., Koch, F. y Marquard, R. (2005). *Chemical composition of Andean lupin (Lupinus mutabilis Sweet)*. Puno, Perú: Grupo Planeta
- Guinet, R. y Godon, B. (2010). *La Panificación*. Madrid, España: Ed. Montagué.
- Gutierrez, J. 2015. *Calidad de vida, alimentos y salud humana*. Guayaquil, Ecuador: Edino.
- Humanes, J. (2010). *Pastelería y Panadería*. Madrid, España: Ed. McGrawHill Interamericana.
- INEC. (2006). *Encuesta de Condiciones de Vida*. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2010). *Chocho variedad INIAP 450 Andino*. Recuperado el 09 de Octubre del 2016 de: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%20450%20ANDINO.%20Variedad%20de%20chocho20\(Lupinus%20mutabilis%20Sweet\).pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%20450%20ANDINO.%20Variedad%20de%20chocho20(Lupinus%20mutabilis%20Sweet).pdf).
- INIAP. (2012). *Manual Agrícola de granos Andinos*. Recuperado el 13 de Junio del 2016 de: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>.
- Jarrín, P. (2013). *INIAP: Tratamiento del agua de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) proveniente de la planta piloto de la estación Santa Catalina*. Riobamba, Ecuador.
- Lescano, R. (2014). *Lupins instead of fishmeal, nutritional and economic advantages*. Pucon, Chile.

- Método A.O.A.C. de Análisis. (2012). Wheat flour. Air oven Method. Official Final Action. Association of Official Analytical Chemists. Washington, Estados Unidos.
- Miralbés, C. (2013). *Procesos de Pastelería y Panadería: Enzimas en Panadería*. Barcelona, España: Acribia, Zaragoza
- Mujica, A. (2006). *Botánica Económica de los Andes Centrales (Lupinus mutabilis Sweet)*. La Paz, Bolivia: Kipus.
- Norma Centroamericana ICAITI. (2014). Harinas de origen vegetal. *Determinación del contenido de humedad*. Guatemala. Recuperado el 12 de Abril del 2016 de: <http://www.ccit.hn/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-Resolucion-No.283-2012-Aditivos-Alimentarios.pdf>.
- NTE INEN 0523. (1981). *Harinas de origen vegetal, determinación de grasa*. Recuperado el 30 de Agosto del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0523.1981.pdf>.
- NTE INEN 517. (1981). *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partícula*. Recuperado el 12 de Septiembre del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0517.1981.pdf>.
- NTE INEN 520. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*. Recuperado el 30 de Julio del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0520.1981.pdf>
- NTE INEN 521. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*: Recuperado el 26 de Julio del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0521.1981.pdf>.
- NTE INEN 616. (2015). *Harina de trigo, requisitos*. Recuperado el 18 de Septiembre del 2016 de: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/nte-inen-616-4.pdf>.

- Organización Panamericana de la Salud (2011). *Recomendaciones de la consulta de expertos de la Organización Panamericana de la Salud sobre la promoción y publicidad de alimentos*. Washintong. Estados Unidos.
- Rivadeneira, J., Córdova, J. y Peralta, E. (2014). *INIAP: El cultivo de chocho *Lupinus mutabilis Sweet* en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Rivera, M. (2015). *INIAP: Catálogo del Banco de Germoplasma de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) y otras especies de lupinus*. Quito, Ecuador.
- Segovia, G. 2016. *Dpto. de Nutrición y Calidad de Alimentos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Usos alternativos del chocho. Boletín*. Quito, Ecuador.
- SICA. 2010. *Resultados del Censo Agropecuario*. CD. MAG-SICA. Quito, Ecuador.
- Tejero, F. (2005). *Panadería Española*. (2 Vols.). Barcelona, España: Ed. Montagud.
- Tola, J. (2012). SENACYT: Alternativas para enfrentar el incremento del precio del trigo. Quito, Ecuador.
- Villacrés, E., Gavilanes, K., Díaz, y Peralta, E. *Desarrollo del sistema HACCP para una planta de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) y especificaciones de calidad del grano*. Quito, Ecuador.

ANEXOS

Color											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					Desagradable				Agradable		Muy agradable
Sabor											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					Desagradable				Agradable		Muy agradable
Olor											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					Desagradable				Agradable		Muy agradable
Textura											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					Dura				Crujiente		Suave

Anexo 1: Encuesta sensorial.

NOMBRE: Andrea Cerón
DIRECCIÓN: San Gabriel, Carchi
MUESTRA: Pan con leche de chocho
CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA: Masa horneada color café
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de diciembre del 2016
FECHA DE ELABORACIÓN: 19 de diciembre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
ENVASE: Funda de polietileno
REFERENCIA: 165982
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 20 - 23 de diciembre del 2016
MUESTREADO POR: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 24°C 29%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 712	35.12
Proteína (%):	PEE/LA/01 ISO 20483	16.73
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 11085	6.74
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 520	1.80
Fibra (%):	INEN 522	0.67
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	38.94

Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Anexo 2: Resultado análisis nutricional de la muestra pan con leche de chocho

NOMBRE: Andrea Cerón
DIRECCIÓN: San Gabriel, Carchi
MUESTRA: Pan con pasta de chocho
CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA: Masa horneada color café
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de diciembre del 2016
FECHA DE ELABORACIÓN: 19 de diciembre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
ENVASE: Funda de polietileno
REFERENCIA: 165983
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 20 – 23 de diciembre del 2016
MUESTREO POR: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 24°C 29%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 712	34.78
Proteína (%):	PEE/LA/01 ISO 20483	15.18
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 11085	7.46
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 520	2.00
Fibra (%):	INEN 522	1.74
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	38.84

Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Anexo 3: Resultado análisis nutricional de la muestra pan con leche de chocho

NOMBRE: Andrea Cerón
DIRECCIÓN: San Gabriel, Carchi
MUESTRA: Pan de harina de chocho
CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA: Masa horneada color café
FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de noviembre del 2016
FECHA DE ELABORACIÓN: 28 de noviembre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
ENVASE: Funda de polietileno
REFERENCIA: 165684
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 30 de noviembre - 5 de diciembre del 2016
MUESTREO POR: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25°C 28%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 712	29.04
Proteína (%):	PEE/LA/01 ISO 20483	12.95
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 11085	23.43
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 520	1.45
Fibra (%):	INEN 522	1.14
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	31.99
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	390.63

Cecilia Luzariga
 Dra. Cecilia Luzariga
 GERENTE GENERAL

Este presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Anexo 4: Resultado análisis nutricional de la muestra pan con leche de chocho

