

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: **“Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan común”.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
Título de Ingeniera en Alimentos

AUTOR(A): Chulde Martínez Lorena Alexandra

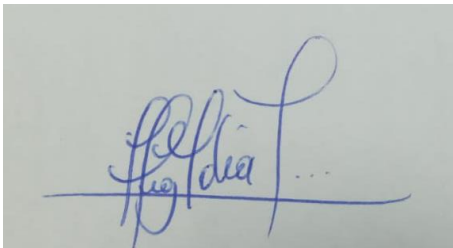
TUTOR(A): Ing/MSc. Anchundia Lucas Miguel Ángel

Tulcán, 2022.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Chulde Martínez Lorena Alexandra con el número de cédula 0402123541 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan común".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lucas Miguel Ángel', is written over a horizontal line.

---

Anchundia Lucas Miguel Ángel MSc.

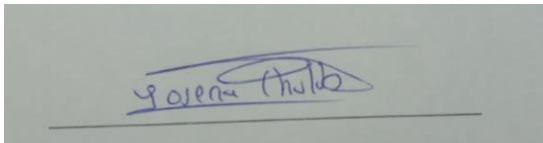
**TUTOR**

Tulcán, diciembre de 2022

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Chulde Martínez Lorena Alexandra con cédula de identidad número 0402123541. Respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to read 'Lorena Chulde'.

---

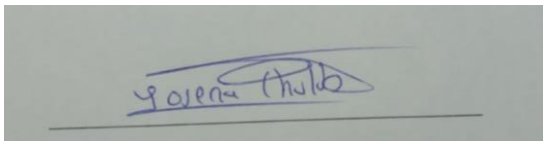
Chulde Martínez Lorena Alexandra

**AUTOR(A)**

Tulcán, diciembre de 2022

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Chulde Martínez Lorena Alexandra declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan común". y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to read "Lorena Chulde". Below the signature is a horizontal line.

---

Chulde Martínez Lorena Alexandra

**AUTOR(A)**

Tulcán, diciembre de 2022

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme salud y fortaleza por ayudarme a cumplir uno de mis sueños. Agradezco a Mariana y Fabián quienes son mis padres lo más importantes en mi vida por brindarme su confianza, consejos, enseñanzas, inculcándome valores y por su apoyo económico, gracias a ustedes he logrado avanzar esta etapa importante para mí, a mis hermanas Paola, Cinthya y a mi hermano Byron por sus consejos, cariño y palabras de aliento.

A la Universidad Politécnica estatal del Carchi en especial a la carrera de Ingeniería en alimentos y a los docentes en especial a mi tutor MSc. Miguel Anchundia quien ha solventado todas mis dudas en la realización de esta investigación.

.

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicado a Dios por guiarme, protegerme y brindarme fortaleza para cumplir mi sueño. A mis padres Mariana y Fabián quienes me han formado como la persona responsable y respetuosa que soy, apoyándome moral y económicamente en cada etapa de mi vida.

Lorena Chulde.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN.....	15
I. EL PROBLEMA .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. Objetivo General .....	18
1.4.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.2.1. Cereales .....	21
2.2.2. Harina .....	21
2.2.3.1. Taxonomía .....	24
2.2.3.2. Composición química de la papa.....	25
2.2.3.3. Información nutricional de la papa.....	25
2.2.3.4. Calidad la papa según el sector industrial.....	26
2.2.3.5. Materia seca y almidón .....	26
2.2.4. Harina de papa .....	28
2.2.4.1. Parámetros para el proceso de producción en harina de papa.....	29
2.2.4.2. Variedades de papa a utilizar para la producción de harina.....	30

2.2.4.2.1 Papa Super chola .....	30
2.2.4.2.2 Variedad Única .....	31
2.2.4.3. Papa Criolla .....	31
2.2.5. Pan .....	32
2.2.5.1. Reacciones químicas en el proceso de panificación .....	33
2.2.5.2. Tipos de Pan. ....	34
2.2.5.3. Contenido nutricional de pan común. ....	37
2.2.5.4. Características que debe tener un buen pan .....	37
2.2.6. Gluten .....	38
2.2.8. Balance de masa .....	41
2.2.9. Análisis fisicoquímico .....	41
2.2.10. Análisis sensorial.....	41
2.2.11. Textura. ....	42
III. METODOLOGÍA .....	44
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	44
3.1.1. Enfoque .....	44
3.1.2. Tipo de investigación .....	44
3.2. IDEA A DEFENDER .....	44
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	44
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	48
3.4.3. Descripción del proceso para la obtención de harina de papa .....	48
3.4.4. Descripción de proceso para la elaboración de pan común.....	51
3.4.5. Rendimiento de materia por medio de un balance de masa.....	53
3.4.6. Descripción de métodos para análisis fisicoquímico de harina de papa.....	53
3.4.6.5. Determinación de carbohidratos totales.....	56
3.4.6.6. Determinación de pH.....	56

3.4.6.7. Determinación de acidez titulable en harina vegetal .....	56
3.4.6.7. Análisis microbiológico .....	57
3.4.7.1. Porcentaje de sustitución parcial de harina de papa por harina de trigo...	57
3.4.7.2. Diseño experimental.....	57
3.4.7.3. Utilización de cada variedad de harina de papa para la elaboración de pan común .....	58
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	58
3.5.1. Evaluación sensorial .....	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	60
4.1. RESULTADOS .....	60
4.2. DISCUSIÓN .....	65
4.2.2. Características fisicoquímicas de harina de papa súper chola, única y criolla .....	65
4.2.3. Análisis sensorial, fisicoquímico, microbiológico y de textura en pan común con sustitución parcial de harina de papa. ....	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. CONCLUSIONES .....	72
5.2. RECOMENDACIONES .....	73
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
VII. ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la papa.....	24
Tabla 2. Composición química de la papa .....	25
Tabla 3. Comparación química de algunos tipos de harina .....	29
Tabla 4. Componentes nutricionales de la harina de papa en 100g.....	29

Tabla 5. Información nutricional del pan por 100 g.....	37
Tabla 6. Operacionalización de variables harina.....	46
Tabla 7: Operacionalización de variables pan.....	47
Tabla 8. Materias primas utilizadas en la elaboración de pan común con sustitución parcial de harina de papa.....	48
Tabla 9. Equipos utilizados en la obtención de harina de papa y en la elaboración de pan común. ....	48
Tabla 10. Formulaciones.....	57
Tabla 11. Porcentajes (%) de ingredientes para la elaboración del pan común.....	58
Tabla 12. Puntaje de los parámetros evaluación sensorial.....	59
Tabla 13. Rendimientos de las tres variedades de harina de papa .....	60
Tabla 14. Composición fisicoquímica de tres variedades de harina de papa.....	60
Tabla 15. Resultados del análisis microbiológico de las harinas de papa. ....	61
Tabla 16. Resultado análisis sensorial de pan común con sustitución parcial de harina de papa .....	61
Tabla 17. Resultados del análisis sensorial segunda etapa .....	62
Tabla 18. Fisicoquímica de pan común con sustitución parcial de harina de papa .....	63
Tabla 19. Resultados del contenido de fibra cruda, proteína y carbohidratos en porcentajes.....	63
Tabla 20. Volumen específico del pan en cm <sup>3</sup> .....	64
Tabla 21. Resultados de textura de pan común con sustitución parcial de harina de papa.....	64
Tabla 22. Resultados del análisis microbiológico de pan común con sustitución parcial de harina de papa.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la papa.....	24
Figura 2. Composición nutricional de la papa.....	25
Figura 3. Reacción de Fermentación .....	34
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa Super chola, Única y Criolla.....	50
Figura 5. Flujograma de elaboración de pan común con sustitución parcial de harina de papa. ....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	79
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas. ....	80
Anexo 3. Evidencias fotográficas. ....	81
Anexo 4. Balance de masa de las tres variedades de papa. ....	85
Anexo 5. Hoja de catación del análisis sensorial primera etapa. ....	88
Anexo 6. Hoja de catación del análisis sensorial segunda etapa .....	89
Anexo 7. Análisis de proteína, fibra y de textura del pan comun .....	90
Anexo 8. Norma Técnica Ecuatoria 616. Harina de trigo. Requisitos. ....	101
Anexo 9. Norma técnica colombiana 1363. Requisitos pan .....	108

## RESUMEN

Tradicionalmente la harina de trigo es utilizada en la elaboración de pan y en su mayor proporción es importado, con la finalidad de ofrecer una alternativa para disminuir la importación de harina de trigo, fueron evaluadas tres variedades de harina de papa (súper chola, única y criolla) en la sustitución parcial de harina obtenida de trigo en un pan común. La harina de *Solanum tuberosum* se obtuvo mediante secado a temperatura de 85°C por 100 minutos, seguido por una molienda y el tamizado. Para la elaboración del pan común se trabajó con tres niveles de sustitución 10 %, 20 % y 30% de harina de papa por harina de trigo, el pan fue caracterizado mediante análisis sensorial, fisicoquímico y de textura, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los parámetros evaluados a las características fisicoquímicas que presenta cada harina de papa; el pan con harina de papa criolla al 20 % presenta mayor aceptación por parte del panel de catadores, además presenta mejores características fisicoquímicas. Con respecto a textura el pan elaborado con harina de papa *Solanum tuberosum* L. presentó mejores características en cohesividad, elasticidad, masticabilidad y dureza. De acuerdo con las características obtenidas se puede recomendar la incorporación del 20% de harina de papa criolla en la formulación para elaboración de pan de tal manera contribuir con el sector de panificación artesanal.

**Palabras Claves:** papa, harina, análisis de textura y fisicoquímico, pan común.

## **ABSTRACT**

Traditionally, wheat flour is used in bread production and most of it is imported. To offer an alternative to reduce wheat flour imports, three varieties of potato flour (super Chola, Única, and Criolla) were evaluated in the partial substitution of wheat flour in common bread. The potato flour was obtained by dehydration at 85°C for 100 minutes, followed by grinding and sieving. For the elaboration of typical bread, three substitution levels were used: 10%, 20%, and 30% of potato flour for wheat flour, the bread was characterized by sensory, physicochemical, and texture analysis. Statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were found in the parameters evaluated due to the physicochemical characteristics of each variety of potato flour; the bread with 20% Criolla potato flour was more acceptable to the panel of tasters, and also has better physicochemical characteristics. In terms of texture, the bread made with super Chola potato flour presented better characteristics in terms of cohesiveness, elasticity, chewiness, and hardness. According to the characteristics obtained, it is possible to recommend the incorporation of 20% of Criolla potato flour in the formulation for bread production to contribute to the artisan bakery sector.

**KEYWORDS:** potato, flour, texture, and physicochemical analysis, common bread.

## INTRODUCCIÓN

Para el año 2017, el trigo obtiene una producción aproximadamente de 10 mil toneladas, con un rendimiento de las 0,7 toneladas por hectárea en Ecuador. La producción cubre un 2% de los requerimientos acerca de los 22 molinos que se encuentran a nivel nacional con la capacidad instalada de 800.000 toneladas al año. Según la asociación ecuatoriana de molineros ASEMOL, en el Ecuador existen 14125 hectáreas de trigo sembradas las que, pertenecen a los pequeños agricultores cuya producción se destina para su autoconsumo.

El trigo nacional e importado es utilizado para la producción de harina, el 77% es destinado para panificación, 5% galletería y 18% para fabricación harinas de fideos. De la harina destinada para la industria de panificación el 70% es para la producción de pan artesanal, 12% para pan industrial y 18% para el pan semi industrial.

El pan es uno de los alimentos de mayor consumo debido a su valor nutritivo; tradicionalmente se ha utilizado harina de trigo para su elaboración, sin embargo, se pueden utilizar otros tipos de harinas provenientes de cereales y tubérculos como el maíz, el camote, entre otros, sin que este cambio sea perceptible al paladar de los consumidores. La inestabilidad en el precio del pan se debe a que la mayor parte del trigo es importado, por ello se busca que el sustituto sea un alimento que se coseche en el Ecuador, debido a esto se ha seleccionado a tres variedades de papa. La papa tiene una fuente importante de carbohidratos, proteínas de calidad, B6, almidón y potasio (Bravo, 2017).

En esta investigación se planteó el uso de la papa para dar valor agregado a este tubérculo obteniendo harina, disminuir la importación del trigo y emplear como sustituto parcial por harina de trigo en la elaboración de pan común, el pan es un alimento de ingesta diaria, así demostrar que se puede dar alternativas de uso a las harinas de papa dentro de la industria de panificación.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años la importación del trigo ha crecido, en el año 2015 se importó a Ecuador 32,29 % es decir 624.000 toneladas y en el 2016 incremento a 798.554 toneladas, por ende, el país se vuelve dependiente de los factores externos del mercado (Arroyo & Muñoz, 2016).

Según Nimbriotis (2018), Ecuador importa más del 90% de trigo siendo el principal cereal utilizado para la obtención de harina que se emplea en la industria panificadora. Rodríguez (2018), indica que el estudio investigado por la Asociación Ecuatoriana de Molineros (Asemol) sobre el uso de la harina de trigo que se utiliza en el país, donde la demanda asciende anualmente del 2 % al 3 %. Cada tonelada molida termina como harina el 78% y el restante como subproductos (cáscara de trigo y afrechillo), que se comercializan en fábricas productoras de balanceados para animales. Las provincias que presentan un alto índice en el consumo de harina son Tungurahua, Pichincha, Guayas, Azuay dicho producto se utiliza principalmente en las industrias de panificación, ello limita buscar alternativas de sustituir parcialmente la harina de trigo en productos de panadería.

Las industrias panificadoras utilizan harina de trigo para la producción de pan lo que produce altos costos, ya que el precio del trigo aumenta. Actualmente se ha evidenciado la subida del precio del pan. Por otra parte a pesar de los acuerdos entre el gobierno y la Federación Nacional de panaderos del Ecuador de mantener el precio de este producto no se respeta debido a que los precios de los insumos principales para elaboración del pan como la harina de trigo sube constantemente por lo tanto se toma en cuenta la sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa. La producción de papa existe en el país durante todo el año el cual sería aprovechado por los productores de harina de papa que podrían proporcionar la materia prima a un bajo costo y así obtener harina en igual condición de precios y de esta manera elaborar productos con harina de papa.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020 indica que en Ecuador se dedican 81 cantones y 11 provincias al cultivo de papa donde más de 82 mil agricultores generan 80 millones de dólares siendo fuente de ingresos de 250 mil empleos directos e indirectos. El 90% de la papa se consume en estado fresco debido a la carencia de alternativas de transformación e industrialización y la poca importancia que se ha dado a los tubérculos desde un enfoque nutricional y lo útiles que pueden ser para disminuir dependencia de la importación de trigo.

Ante la problemática de la importación de la harina de trigo y su constante alza de precios esta investigación se enfocó en evaluar tres variedades de harina de papa como sustitución parcial por la harina de trigo para la elaboración de pan común con características semejantes al pan realizado con 100% de harina de trigo.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Mediante la evaluación de tres variedades de harina de papa en la sustitución parcial por harina de trigo influye en las características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de un pan común?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La papa (*Solanum tuberosum*) es considerada como el cuarto cultivo más importante en el mundo después del arroz, el trigo y el maíz; es fuente de proteína de alto valor biológico, tiene una relación favorable de caloría y es fuente importante de vitaminas y minerales (Brescia, 2015).

La harina de papa tiene la habilidad de retener agua y mantener su consistencia, por su alto nivel de almidón gelatinizado da una alta absorción, lo cual es bueno para el desempeño en la panificación, ya que esto incrementa el rendimiento del producto, la vida anaquel, reduce la sensación pegajosa y seca del pan (Lunadei, 2020).

En 100 gramos de harina de papa, están contenidos 6,90 gramos de proteína, 0,34 gramos de grasa, 83,1 gramos de carbohidratos, 5,9 gramos de fibra, 357 calorías, contienen 0,34 gramos de grasa y 0 miligramos de colesterol, tiene propiedades nutricionales por lo que es beneficioso aplicar en la producción de pan (Vásquez, 2015).

Las propiedades más importantes de la harina de papa para panificación son gelatinización y la retrogradación con base en el conocimiento de estas

características se puede encontrar la textura de los productos y desarrollar especialidades de pan con características únicas (Vásquez, 2015).

Esta investigación busca evaluar harina de distintas variedades de papa (Super chola, Única, Criolla) para ampliar la gama de harinas utilizadas dentro del área de panificación, en lugar de depender únicamente el uso de harinas producidas por cereales como se hace en la actualidad además contribuir con el problema de la importación de trigo al Ecuador y a la vez fomentar la industrialización de la papa.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa producida de las variedades *Solanum tuberosum L*, ICA Única, *Solanum phureja* en la elaboración de pan común.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente las harinas producidas a partir de las variedades de papa *Solanum tuberosum L*, ICA Única, *Solanum phureja*.
- Diseñar la formulación de un pan común a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de papa.
- Realizar el análisis sensorial de pan común con sustitución parcial de harina de papa
- Determinar las características fisicoquímicas, de textura y la calidad microbiológica de los mejores tratamientos.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

¿Qué propiedades fisicoquímicas aporta la harina de papas súper chola, única y criolla para la elaboración de pan?

¿Cuál es el mejor porcentaje de sustitución parcial de harina de papa por harina de trigo para la elaboración de pan?

¿Qué características sensoriales presenta el pan elaborado con sustitución parcial de harina de papa?

¿Qué características fisicoquímicas, texturales y microbiológicas presentan los panes elaborados con sustitución parcial de harina de papa?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de Leiva, Cornejo y Vílchez (2019), tuvo como objetivo evaluar la sustitución parcial de tres variedades de harina de papa por harina de trigo para la elaboración de pan. Analizaron el rendimiento y encontraron diferencias significativas entre las variedades de papa utilizadas, la variedad Desiree obtuvo 17.58% de rendimiento seguida de Metro con 16.75% y Actrice 14.60%. El porcentaje de humedad de las harinas de papas fue para Desiree 79.98%, Metro 79.28% y el contenido más alto fue de Actrice con 82.47%. La granulometría promedio de las harinas fue de 0.0915 mm, las pruebas fueron por triplicado y no hubo variación entre cada una de ellas. La densidad aparente de las harinas varió de  $0.6554 \pm 0.0056$  g/cm<sup>3</sup> para Desiree,  $0.7045 \pm 0.0047$  g/cm<sup>3</sup> Actrice y  $0.7475 \pm 0.0167$  g/cm<sup>3</sup> Metro. La harina con mayor capacidad de absorción de agua (g de agua/g de harina) ha sido Desiree con  $3.62 \pm 0.11$ , seguida de la harina Actrice ( $3.58 \pm 0.60$ ) y harina Metro ( $3.32 \pm 0.18$ ), acerca de la retención de aceite (g de aceite/g de harina) la harina Actrice ( $0.85 \pm 0.04$ ) la harina Desiree ( $0.84 \pm 0.10$ ) y la harina Metro de ( $0.80 \pm 0.02$ ). Se realizaron pruebas de calidad concretas para el pan, evaluando porcentajes de integración de 0, 10, 20, y 30 % de harina de cada variedad de papa, se elaboraron 10 tipos de pan, estos fueron valorados sensorialmente. Se realizó valoraciones sobre el color, sabor, olor y textura de los panes donde los mejores resultados es de la variedad Metro con el porcentaje de integración de 10%.

La investigación de tipo cualitativa realizada por Chiriboga (2016), estudio la aceptabilidad de un pan artesanal utilizando el tubérculo "Colocasia esculenta L." (Conocido como papa china.). La papa se deshidrató y posteriormente se molió. Se utilizó la harina de trigo y se mezcló con harina de papa china para producir pan, utilizaron herramientas de recolección de datos que fueron las siguientes: entrevistas a 5 maestros panadero con experiencia y especialización de diferentes panaderías y departamentos remotos; luego de la degustación, realizaron pruebas de catación de pan medio por de fichas, el resultado de aceptabilidad fue de un 79% en adquirirlo para su consumo como alimento diario.

La investigación realizada por Castañón, Méndez y Cifuentes (2020), tuvo como objetivo determinar el mejor porcentaje de la harina de papa variedad Loman mezclada con harina de trigo para panadería. La patata estudiada fue una variedad romana, y se produjeron 10 tratamientos con harina de patata entera y no entera, las fórmulas mixtas fueron 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. Usando estos niveles de adición de harina de papa, evaluó el comportamiento de amasar y hacer pan, realizaron un análisis de varianza utilizando el programa informático estadístico InfoStat © 2010, su diseño de experimento fue un arreglo bidireccional combinado, lo que permitió la evaluación de las siguientes variables de respuesta: volumen, diámetro, altura, rendimiento, tiempo de amasado, tiempo de horneado. Realizaron pruebas sensoriales, teniendo en cuenta textura, color, olor y sabor. El pan con 40% de harina de papa dio como resultado mayor rendimiento, sin embargo, el pan elaborado con el 20% de harina de papa y trigo mostró mayor aceptabilidad por parte del catador.

Nazate (2019) evaluó las propiedades estructurales y sensoriales del pan bajo en gluten" utilizaron harina de garbanzo y papa. Se elaboró con 20% de harina de trigo, que es constante, mientras que las alternativas a la harina de garbanzo es 40% y con el 60% de papas rosadas (20%. 40%. 60%). Evaluaron variables cuantitativas de la masa: textura, humedad, almidón. Variables en pan: textura, humedad, almidón, color, proteína y variables de calidad: color, olor, sabor, textura, aceptabilidad del pan, la prueba sensorial fue realizada por 15 catadores para todos los tratamientos. Los resultados de la prueba de aceptación utilizando la escala hedónica de cinco puntos muestran que el procesamiento de T2 con el 60% de harina de garbanzo y 40% de papas rosadas es el pan con la puntuación más alta dada por el catador. Este tipo de pan tiene las características de alto contenido de proteínas, alto en fibra y bajo en gluten. Mostro que es posible obtener pan que pueda reemplazar parcialmente la harina de trigo con harina de garbanzo y harina de papa, obteniendo nutrientes superiores en comparación al pan con 100% de harina de trigo.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Cereales

En la mitología, el concepto “cereal” se deriva de Ceres, la diosa romana de la agricultura. Los cereales más usados en la ingesta de alimentos humana son el maíz, el trigo y el arroz, sin embargo, además resultan relevantes la avena, la cebada, el centeno y el mijo. Ciertos cereales, como es la situación del trigo, la espelta y el centeno, tienen dentro gluten, una proteína particular, que posibilita la preparación de pan, por esa razón se les llama cereales panificables. (Domínguez, 2018).

Los primordiales elementos nutricionales son: los carbohidratos, baja proporción de proteínas comparativamente con las legumbres u oleaginosas, lípidos, sales minerales, fibra, vitaminas del conjunto B, cutícula de celulosa y deficiencia en aminoácidos fundamentales. Los usos o aplicaciones de los cereales son, en la ingesta de alimentos humana, animal o ganado, forrajes y paja, tiene usos industriales para producción de alcohol, productos procesados, medicamentos y con otros objetivos comerciales para la satisfacción de las necesidades humanas (Espino, 2019).

### 2.2.2. Harina

La harina del latín farina, se desglosa de far y de farri, nombre antiguo de farro; es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Las harinas vegetales tienen en común el almidón, que es un carbohidrato. Se puede obtener harina de diferentes cereales, aunque la más común es harina de trigo un cereal proveniente de Europa, y su principal uso es en la elaboración del pan gracias al gluten que tiene el trigo, también se hace haría de maíz, centeno, cebada, de avena, de maíz. (Revedin, Aranguren & Lippi, 2018).

- Elaboración de la harina

Este proceso principalmente tiene dos etapas, la de ruptura y reducción, se realiza gradualmente, obteniendo en la primera etapa una parte de harina y en la otra etapa partículas más grandes (Bravo, 2017).

### 2.2.2.1. Harina de Trigo

La harina de trigo se obtiene al moler el grano del trigo solo o mezclándolo con el trigo duro. Las características de la harina de trigo dependen del tipo de grano que se utilice (duro o blando), o del tipo de molturación es decir el modo con que el grano se destruye. Su sabor es agradable y neutro, más aún al refinarlo (Revedin, Aranguren & Lippi, 2018).

El trigo es un alimento rico en hidratos de carbono, si bien también contiene en menor medida proteínas, grasas, minerales y una considerable aportación de vitaminas, concretamente la A, la B-3 y la B-9. El contenido de proteínas que contiene permite preparar masas dulces o saladas, y se incorpora como ingrediente en diversos productos (Turia, 2020).

### 2.2.2.2. Clasificación de la harina de trigo

Se clasifican de la siguiente manera según la norma INEN 616:2006.

- Harina panificable

La harina es desarrollada hasta un nivel de sustracción definido, que pueden ser tratadas con blanqueadores o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas fortificadas de minerales y vitaminas.

- Harina integral.

Es la harina obtenida de la molienda de granos puros de trigo, puede ser tratada como mejoradores para productos málticos, enzimas diastáticas y enriquecidas con vitaminas y minerales.

- Harinas especiales.

Este tipo de harinas con un nivel de sustracción menor, como lo posibilite el proceso de industrialización, para la elaboración de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas, fortificada con vitaminas y minerales, divididas en:

- Harina para pastificio.

Elaborada desde trigo adecuado para uso en tales productos, se utiliza como blanqueador, mejorador en productos málticos, enzimas diastásicas con vitaminas y minerales.

- Harina para galletas.

Elaborado a partir de trigo blando y suave u otro trigo apto para su producción, que podría ser tratada con blanqueadores, mejoradores en productos málticos, enzimas diastásicas.

- Harina autoleudante.

Contiene agentes reafirmantes y se puede tratar como blanqueadores, mejoradores enriquecidos con vitaminas y minerales.

- Harina para todo uso.

La harina de trigo apta para la elaboración de pan, fideos, galletas, etc. Podría ser blanqueada, mejorada y fortificada (INEN, 2006).

2.2.2.3. Características que deben presentar las harinas para ser consideradas aptas para la producción de pan.

Las propiedades a tener en cuenta a la hora de escoger la harina dedicada para panificación van a ser primordialmente el contenido de gluten, ya que a mayor contenido de gluten mayor capacidad y fuerza va a tener esta masa para tolerar la presión del gas que produce la fermentación. (Bravo, 2017).

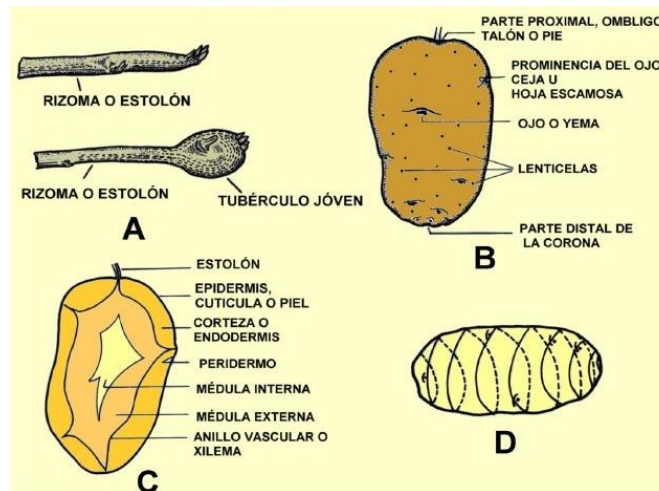
Especificación de las harinas:

- Harina 9% proteína: harina blanda o de repostería, con una pequeña cantidad de proteína.
- Harina con un contenido de 10 y 11% de proteína: es harina panificable, es decir la harina ideal para hacer pan.
- Harina 11% proteína: harina alta en gluten, utilizada para elaborarr masas de panadería enriquecidas con sacarosa y grasas, (Bravo, 2017).

2.2.3. Papa

La papa es un tubérculo de origen Sudamérica y se expandió en el mundo a partir de la llegada de los españoles a América, en la actualidad se cultiva en diversas regiones del planeta. Crece de manera subterránea, alberga los nutrientes de la planta. Aunque las características cambian según la variedad. (Pérez & Gardey, 2016).

Las papas tienen abundantes micronutrientes, contiene cantidad moderada de hierro, contenido en vitamina C que favorece la absorción de este mineral. Además, este tubérculo contiene vitaminas B1, B3 y B6, así otros minerales como potasio, fósforo y magnesio, así como folato, ácido pantoténico y riboflavina. También contiene antioxidantes dietéticos que pueden ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, además contiene fibra, que es bueno para la salud. (Solano, 2017).



**Figura 1.** Morfología de la papa.

**Fuente:** (Prieto, 2017)

### 2.2.3.1. Taxonomía

**Tabla 1.** Taxonomía de la papa

Reino	Plantae
División	Magoliophyta.
Clase	Magnoliopsida.
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales.
Familia	Solanáceas.
Género	Solanum.
Especie	<i>S. Tuberosum</i>

**Fuente:** (Pariolortegui, 2020)

### 2.2.3.2. Composición química de la papa

La estructura química de las papas posee variedad de vitaminas y minerales. La papa se compone principalmente de agua, la estructura química de la parte sólida puede variar dependiendo de componentes como: condiciones del medio ambiente, pluralidad, madurez, y aplicación de químicos (Mills, 2015).

**Tabla 2.** Composición química de la papa

Componentes	Porcentaje (%)
Almidón	16 – 20
Proteína	2 - 2.25
Agua	72 – 75
Fibra	1 - 1.8
Ácidos grasos	0.15

**Fuente:** (Romero et al., n.d.)

### 2.2.3.3. Información nutricional de la papa

Gracias a su contenido de carbohidratos, las papas son fuente de energía, además ofrecen porciones idóneas de proteína y niveles moderados de fibra dietética.



**Figura 2.** Datos nutricionales de la papa

**Fuente:** (Murillo, 2018).

#### 2.2.3.4. Calidad la papa según el sector industrial

Según el Manual de Agronomía (2016) son las siguientes:

- La forma es usualmente redonda u ovalada, de 5 a 7 cm de ancho, de 10 a 12 cm de largo y peso entre 100 y 200 g.
- El tubérculo debe estar turgente, con epidermis del color típico (roja, amarilla o blanca), sin manchas con yemas poco profundas y sin brotes.
- La pulpa debe estar húmeda al corte, color varietal y homogéneo sin manchas.

El componente genético (variedad) afecta principalmente en la resistencia a las plagas, hondura de los ojos, piel, pulpa, tamaño del tubérculo como la forma, y su rendimiento. La calidad fisicoquímica establece la capacidad de la papa para varios usos, los elementos más importantes en la industria de procesamiento son el almidón y contenido de materia seca. Algunos elementos que afectan directamente la calidad y selección de variedades para los procesos de fritura son los azúcares como fructosa, glucosa, azúcar que se hallan en gran porción en el tubérculo. (Laurencio & Masgo, 2014).

#### 2.2.3.5. Materia seca y almidón

- Materia seca

La cantidad de materia seca es fundamental para el consumo fresco y para la industria. Tubérculos con materia seca encima de 18 – 20% pueden ser más propensos a moretones, y los tubérculos se desintegran con facilidad al cocer. Sin embargo, para la industria, un elevado contenido de materia seca sirve para obtener un color óptimo al freírse y el contenido debería ser un valor cerca de 20 a 25%. Pueden influir en el contenido de materia seca el nitrógeno, potasio y magnesio. (Yara, 2018).

- Almidón

El almidón está integrado por dos tipos de polímeros en una relación: 30% en peso de amilosa y 70% de amilopectina. La amilosa es un polímero de unidades de maltosa unidas por enlaces  $\alpha$  (1-4). Su estructura es helicoidal con seis moléculas de glucosa (tres maltosas) por vuelta. Su peso molecular de 500,000 Da, no es soluble en agua, produce dispersiones coloidales con el yodo se tiñe de color azul negrozco. La amilopectina constituida por maltosas unidas mediante enlaces  $\alpha$  (1-4), con ramificaciones en posición  $\alpha$  (1-6). Las ramas tienen alrededor de 12 unidades de

glucosa, unidas mediante enlaces a (1-4), y aparecen, aproximadamente, cada 12 glucosas. Su peso molecular 1 000, 000 es insoluble en agua. (Cornejo et al, n.d.)

La amilosa aporta características al pan como volumen, en la estructura de la miga, en el color de miga y la corteza, en el desarrollo del sabor y alargan el frescor del pan.

- Gelatinización y retrogradación

La gelatinización de almidones se produce a una temperatura de 60-70°C, que depende del tipo de grano. En panificación es importante, porque cuando el almidón gelatiniza en el horno la masa se hace mucho más consistente, pierde su flexibilidad, y a partir de este punto es incapaz de incrementar su volumen. Por ese motivo, cuando se retrasa la temperatura de gelatinización ayuda a incrementar el volumen de los panes. La gelatinización es responsable de realizar cortes en los panes caso contrario el pan se rompería de forma irregular, al hacer cortes provocamos que el pan se abra de una forma concreta. Una vez gelatinizado el almidón se siguen produciendo gases en el interior de las piezas, o tienden a expandirse, por lo que ejercen una presión interna en una masa que ya no puede expandirse, llegando a reventarla o abrirla (García, 2020).

El almidón de las harinas es utilizado en los procesos de fabricación de pan, Se trata de gránulos que no se disuelven en agua fría, que retiene el agua de la masa durante la cocción creando una textura de miga firme, elástica y blanda, a medida que el calor del horno penetra en la masa el almidón se comienza a gelatinizarse.

El gas atrapado en la masa se expande con el calor aumentando rápidamente el tamaño y la presión formando así los alvéolos (García, 2020).

- Retrogradación

Después de la gelatinización, cuando el almidón se enfría las moléculas se reorganizan formando una estructura que endurece causante de la textura de la miga. El pan recién salido del horno tiene una miga excesivamente blanda, pero cuando se enfría su textura se vuelve más firme y elástica.

El pan tiende a endurecerse con el tiempo este fenómeno está causado por transferencia de la humedad entre la miga, corteza y el exterior, también cuando los panes están almacenados en bolsas herméticas la transferencia de humedad se reduce. Hoy en día sabemos que este endurecimiento está causado por la retrogradación del almidón (García, 2020).

- Almidón dañado

La cantidad de almidón dañado es mayor en los granos más duros y menor en los más blandos. El almidón dañado es que tiene más capacidad de absorción de agua que el almidón no dañado, por lo que cuanto mayor es la cantidad de almidón dañado mayor suele ser el poder espesante en frío de la harina, aunque hay otros factores que también influyen. Por ende, las masas con harinas de altos porcentajes de almidón dañado necesitan de más agua, pero suelen quedar más pegajosas (García, 2020).

Un alto nivel de almidón dañado ayudará a generar un número excesivo de azúcares en el proceso de panificación afectando el color por lo que se obtendrán panes más oscuros debido a que estos azúcares no llegan a consumirse en la fermentación y participan en las reacciones de Maillard, responsable del color de la corteza. Por el contrario, un bajo contenido en almidón dañado puede generar masas que no pueden fermentar, ya que las levaduras necesitan azúcares fermentables para ejercer su misión. En el caso de las harinas de trigo, el almidón dañado suele oscilar entre el 3 y el 8% del total del almidón presente (García, 2020).

#### 2.2.4. Harina de papa

La harina de papa es un producto rico en hidratos de carbono y hierro. Respecto a su aporte nutricional, destaca por su alto contenido en hidratos de carbono, potasio, vitamina C, ácidos grasos mono insaturados, ácidos grasos saturados, vitamina B6, grasa, sodio y ácidos grasos poliinsaturados (Villalobos, Solano, & Ulloa, 2019).

La harina de papa se identifica por no contener gluten, por lo que es favorecida para el consumo de las para personas diagnosticadas con la enfermedad celíaca, individuos que sean intolerantes al gluten que se encuentran en cereales como son el trigo, avena, cebada entre otros, personas que hayan resuelto eliminar el gluten de su dieta o alimentación diaria, con la finalidad de mantener una vida más saludable, sana y llena de energía, además tiene un sabor exclusivo y acopla con los diversos sabores que encontramos en los alimentos que se prepara. La harina de papa presenta gran versatilidad, funciona como mejorador de sabor y color, es utilizada como espesante y ha comenzado a irrumpir en los productos de panadería (Villalobos, Solano, & Ulloa, 2019).

**Tabla 3.** Comparación química de algunos tipos de harina

Harina	Hidratos (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)	Kcal
Papa	83.1	6.9	0.3	5.9	374.5
Soja	13	37.3	20.6	17.3	421.2
Arroz	80.1	6	1.4	2.4	361.8
Centeno	74.2	7.9	2.2	8.5	365.2
Maíz	66.3	8.3	2.8	9.4	342.4
Trigo	70.6	9.86	1.2	4.58	341.8
Trigo integral	60.5	12.7	2.4	9	332.4

Fuente. (Gottau, 2015).

Desde un punto de vista de nutricional, esta harina genera características positivas porque ser fuente de proteína, tiene una relación favorable entre caloría y proteína total, como una fuente importante de minerales y vitaminas.

**Tabla 4.** Composición nutricional de la harina de papa en 100g

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Energía	357 kcal	Niacina	3.57 mg
Agua	6.52%	Vitamina C	4.00 mg
Calcio	65.00 mg	Riboflavina	0.05 mg
Fósforo	168.00 mg	Tiamina	0.23 mg
Proteína	6.90 g	Vitamina A (retinol)	6.90 g
Grasas totales	0.34 g	Vitamina B 6	0.77 mg
Carbohidratos totales	83.08 g	Magnesio	65.00 mg
Fibra	5.90 g	Zinc	0.54 mg
Cenizas	3.13 g	Hierro	1.38 mg

Fuente. (Guerrero et al, 2017)

#### 2.2.4.1. Parámetros para el proceso de producción en harina de papa

Según Ramírez (2015), la calidad parámetro de enorme trascendencia en el momento de examinar la evolución de diversos mercados de productos agroalimentarios.

- Parámetros Intrínsecos: Se puede nombrar el rendimiento en la molienda, contenido de almidón, proteína, densidad y dureza.

- Parámetros Físicos: Se toma en cuenta la humedad, la magnitud, peso como el diámetro del tubérculo y color de pericarpio entre otros.
- Parámetros Microbiológicos: Integran la existencia de hongos, impurezas micotoxinas, insectos, materia extraña presentes en la papa.

#### 2.2.4.2. Variedades de papa a utilizar para la producción de harina

##### 2.2.4.2.1 Papa Súper chola (*Solanum tuberosum* L.)

###### Origen

Según el Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador, (2021) la papa Súper chola proviene de un cruce entre las variedades *Curipamba negra* x clon resistente de comida amarilla x *Solanum demissum* x chola seleccionada.

La variedad Súper chola es una papa que se consume en estado fresco y se la utiliza para el procesamiento de chips, purés, obtención de almidón y harina. Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados. De piel rosada lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida.

###### Características morfológicas

- Planta de aumento erecto, con varios tallos verdes con pigmentación púrpura, bien desarrollados y pubescentes.
- Follaje abundante de desarrollo veloz que cubre bien el lote.
- Hojas de color verde profundo, abiertas. Tiene 3 pares de folíolos primarios, 3 pares de folíolos secundarios y 5 pares de folíolos terciarios.
- Flores de color morado.
- Tubérculos con un lapso de reposo de 80 días.

###### Características agronómicas

- Región recomendada: regiones norte y centro a partir de los 2800 a 3600 m de altitud.
- Maduración: 180 días a 3000 m de altitud.
- Rendimiento: 30 t/ha

###### Características de calidad

- Materia seca: 24%
- Gravedad específica: 1.098

#### 2.2.4.2.2 Variedad ICA Única

Según el Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador, (2021) la variedad ICA Única se considera apta para su consumo en estado fresco (sopas, puree, caldos) y para frituras. Los tubérculos tienen forma redonda. La dermis de color crema con presencia de color morado en los ojos que están en la parte superficial. La pulpa de la papa es amarillo-claro.

Origen.

ICA exclusiva nace entre el cruce de E-59-42 (*Clon neotuberosum ssp adg*) x *Masal de polen* (variedades originarias colombianas). Liberada en el año 1995.

Morfología

- porte de planta presenta un tamaño alto y su follaje es verde oscuro.
- Floración media y fructificación baja.
- El periodo de reposo son de 30 días a una temperatura de 15°C y 75% HR.

Especificaciones agronómicas

- La adaptación es amplia su altitud esta entre 2000 a 3500 m.
- En Colombia la región de cultivo está en el departamento de Boyacá, los agricultores cultivan con menor proporción de fertilizante que las variedades clásicas. En el Ecuador está distribuida principalmente en regiones de centro y norte.
- Maduración: subjetivamente semitardía entre 165 días a una altitud de 2600 m.
- Rendimiento: en las condiciones óptimas este cultivo es mayor a las 40 t/ha

Características sobre la calidad

- Materia seca: contiene 20.21%
- Color de las hojuelas son moderadamente claro

#### 2.2.4.3. Papa Criolla (*Solanum phureja*)

La variedad criolla o amarilla conocida como yema de huevo es adecuada para el consumo en fresco ya sea cocida y al vapor como para fritura. Los tubérculos tienen forma redonda con ojos de una profundidad mediana. De pulpa amarillo-crema y piel amarilla.

Características morfológicas

- Plantas inclinadas con tallos de color verde con alas rectas.
- Las hojas tienen 3 pares de folíolos laterales.
- Las flores en su gran parte son de color blanco.
- Tubérculos con un período de 10 días en reposo.

#### Características agronómicas

- Zona recomendada: zona central a una altitud de 2600 a 3500 m.
- Maduración: es de 130 días.
- Verdeamiento: durante 90 días
- Rendimiento: 12 t/ha

#### Características de calidad

- Textura: arenosa
- Materia seca: contiene 22.6%
- Proteína: tiene 6.4 %
- Carotenos: 5.4 ug/g
- Potasio: contiene 1765 mg/100 g
- Hierro: 4.6 mg/100 g
- Zinc: contiene 1.3 mg/100 g
- Almidón: tiene 86.2%

#### 2.2.5. Pan

El pan se inició a elaborar en torno al octavo milenio antes de Cristo, que coincidió con el cambio de estilo de vida nómada de los cazadores y recolectores, a estilo de vida sedentario de los primeros agricultores. Existen estudios actuales que atrasan esta fecha 4000 años más. (Anchundia, 2018).

El pan es el producto perecedero que resulta de la cocción de una masa que se obtiene por la mezcla de harina de trigo, agua, sal comestible y es fermentada por especies propias de la fermentación panaria la más utilizada es *Saccharomyces cerevisiae* (Anchundia, 2018).

El pan pertenece a los alimentos básicos en una dieta balanceada. Pese a la creencia existente sobre que el pan engorda, la verdad es que en porciones moderadas aporta diferentes nutrientes que requiere nuestro organismo, tiene una fuente importante de hidratos de carbono además de proteínas de procedencia vegetal y apenas tiene grasa (1 gramo por cada 100 gramo de pan). Aporta enorme

proporción de fibra y es rico en vitaminas B y otros minerales entre ellos fósforo, magnesio, potasio, hierro, selenio, cinc o calcio. Por esa razón, los nutricionistas recomiendan un consumo diario de 250 gramos de pan repartidos entre cada una de las comidas. (Barriga & Callejo, 2017).

A partir de la perspectiva de nutrición, el pan contiene principalmente hidratos de carbono por lo tanto es fuente de energía es decir 236 kcal en 100 gramos que incorpora grasa a la dieta. Una barra de pan de 250 gramos, puede ser la cuarta parte de las necesidades calóricas cotidianas y de fibra. Si hablamos de pan integral, la fibra que aporta asciende hasta el 50 % de la porción que es recomendada. Referente a la sal, otorga un 75 % del máximo diario permisible. Si necesita minimizar la ingesta de sodio se recomienda consumir pan sin sal. (Bedoya, 2020).

#### 2.2.5.1. Reacciones químicas en el proceso de panificación

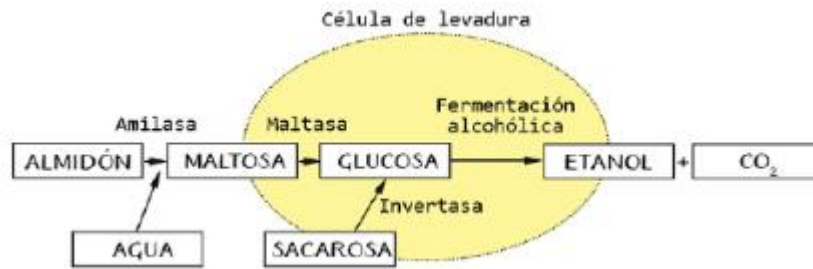
- La reacción de gelatinización

Las harinas que tienen de componente almidón se las utiliza para la elaboración productos de panadería como el pan. El almidón es un gránulo insoluble en agua fría, que retiene el agua de la masa durante la cocción creando una textura de miga firme, elástica y blanda: cuando el calor del horno entra en la masa, el almidón comienza a gelatinizarse. El gas atrapado en la masa se expande con el calor, aumentando el tamaño y presión de la masa, lo que permite la formación de alvéolos y se expanden a medida que el pan va liberando humedad al exterior. Esta evaporación provoca la aparición de burbujas de dióxido de carbono (Pilco, 2017).

- Reacción de fermentación

La fermentación se realiza por respiración aerobia de la levadura la cual posee dos funciones: producir gas para airear la masa como el pan y favorecer la maduración de la masa.

Según Pilco (2017), en la industria de panificación la principal levadura utilizada es *Saccharomyces cerevisiae* que metaboliza los carbohidratos como la glucosa, sacarosa y maltosa formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ). En el proceso, el pH disminuye, el gluten se vuelve elástico y esponjoso formando una red tridimensional que tiene  $\text{CO}_2$ . Durante la fermentación también se forma productos como: ácido pirúvico ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ ), hexanal ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ ), benzaldehído ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ ), acetaldehído ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ), acetona ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ).



**Figura 3.** Reacción que se produce en la fermentación

**Fuente:** (Pilco, 2017).

- La reacción Maillard

Esta reacción es importante en el proceso de horneado, al freír saltear o dorar, en la mayoría de todos los métodos de cocción que tienen una alta temperatura. La reacción de Maillard en parte es responsable del sabor del pan, las galletas, los pasteles, chocolate, las palomitas de maíz, el arroz, la carne y cerveza. El azúcar se une a los aminoácidos para crear el color de la corteza y el sabor a grano tostado característico del pan.

- Reacción de maduración

Una vez horneado, el pan debe dejarse enfriar y reposar entre 4-8 horas, completando la fase de maduración, mejorará su sabor, consistencia y digestibilidad (Pilco, 2017).

#### 2.2.5.2. Tipos de Pan.

Según Cañada, (2021) los tipos panes se clasifican en:

- Pistola o barra

Este es un tipo de pan común, su miga es abierta, tiene forma oblonga y pesa 250 g. En algunos lugares también se le llama "de bandeja" y es el más comprado en el mercado francés (60 % de venta). Funciona como acompañamiento de cualquier plato. Se endurece rápidamente.

- Baguete

Este tipo de pan tienen una masa más flexible por el tipo de harina que se utiliza ricas en gluten y esto permite poder alargarlas más. Por definición, es un tipo de pan poco cocido debe ser de consumo inmediato, ya que la corteza es muy delgada, poco profunda, la miga es blanca, esponjosa, y con alveolado semejante al pan de barra.

- Chapata

Un pan compacto y rústico originario de Italia que goza de gran aceptación en el mercado español. Actualmente, es el pan más consumido. Su forma es plana y rectangular, la fermentación de la masa es lenta y tienen un sabor muy agradable. El pan tiene un color más oscuro debido a la inclusión de salvado en la fórmula y sus alvéolos son muy irregulares y grandes. La corteza es dura y generalmente lleva una mínima cantidad de harina en la parte superior. Es un pan que se conserva durante 2 días sin perder sus características sensoriales.

- Candeal

El pan Candeal tiene una superficie dura, lisa y brillante, la miga es blanca, gruesa, con alvéolos pequeños y regulares. La masa es diferente porque tiene un proceso, de refinado, que consiste en hacer la última parte de amasado con un rodillo (refinadora) para sacar el aire evitando la formación de grandes alvéolos en la masa. Este tipo de pan se conserva mucho tiempo porque la miga está ligeramente húmeda y la corteza es gruesa. Por la misma razón, se come principalmente en las zonas rurales.

- Pan alcachofa o de viena.

Es un pan elaborado con masa blanda dulce sus principales ingredientes son azúcar, harina de trigo, levadura, mantequilla y leche. El pan tiene forma redonda y su miga es esponjosa, con un corte en la parte superior en forma de cruz. Es un alimento popular en España se conoce con diferentes nombres como "viena" en Cataluña o "richi redondo" en Castilla.

- Pan integral

Este tipo de pan es alto en fibra o fibroso, se vende en barra. Este pan se realiza con harina integral, por lo que el trigo entero junto con la cascarilla se procesa. Se puede hablar de que el pan es alto en fibra si tiene como mínimo 6g de fibra en 100g de pan (Cañada, 2021).

- Hogaza.

Este tipo de pan es de gran tamaño con forma redonda. Para la elaboración de este tipo de pan se mezcla el centeno y el trigo, se forma una masa blanda en un tiempo

de fermentación largo, lo que da como resultado un pan con buen aroma y sabor. Su tiempo es excelente entre 5-6 días.

- Pan gallego

Este nombre común se utiliza fuera de Galicia para referirse a piezas similares al pan gallego en aspecto o sabor. Está protegido por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) de pan de semillas de Cea. El glaseado es espeso, la miga es esponjosa, fibrosa y dura. El color de la piel recuerda a todos los granos de trigo y tiene un color dorado oscuro. Sabor tostado. Acompaña bien a la carne y es perfecto para el desayuno.

- Pan bretón

Recibe su nombre porque está elaborado con sal gris de Guérande, proveniente de Bretaña y Francia. Contiene pequeñas partículas de arcilla y le da al pan una textura mineral, ligeramente ahumada. El pan bretón no es una pieza muy grande, es muy ligero, tiene un sabor claro, perfecto. La mayor parte es suave y tostado.

(Cañada, 2021).

Pan elaborado con diferentes cereales

- Pan negro o centeno

Este tipo de pan debe contener mínimo 51 g de harina de centeno, el restante puede ser trigo. El color de su rebanada es más oscuro que el del pan de trigo, por lo que también se le llama pan negro. Tiene una alta cantidad de fibra dietética. El consumo de este alimento va en aumento aunque sigue siendo inferior al pan común. En un principio, se consideró este tipo de pan para la gente humilde, su sabor es dulce que suele acompañarse con quesos fuertes y verduras. Su retrogradación tarda más que el pan de trigo común (Cañada, 2021).

- Pan de semilla

El pan de semilla utiliza harina de trigo que se ha mezclado con mínima fracción del 51% de harina de otro grano. Estos tipos de panes incluyen semillas enteras, cereales integrales o semillas oleaginosas como lino, girasol y sésamo. La inserción de las semillas puede ser en la superficie o en la masa, siempre las semillas están visibles y nunca trituradas.

Panes candeales

- Bolló o Sevilla: tiene forma alargada, su corteza es porosa y mate con un gran orificio longitudinal, miga gruesa se acompaña con frituras.
- Candeal o Toledo: La miga es compacta y la corteza es un poco gruesa, crujiente con líneas afiladas.
- Lechugino o Valladolid: Masa oscura, alvéolos pequeños, corteza delgada, ligeramente tostada en las esquinas.

#### Pan común

- Gallego (Coruña): tostado, con corteza gruesa y miga muy alveolada. Puede tener una denominación de origen (IGP): pan de Cea.
- Redondo (Zaragoza): pieza rústica grande de miga esponjosa y alveolos muy grandes, y con corteza gruesa, tostada y crujiente.
- Payés (Barcelona): redondo, corteza gruesa y crujiente, miga muy alveolada por la fermentación intensa. Ideal para comer con jamón.
- Patateka: pan pequeño, en forma de medialuna; la corteza no es muy gruesa, crujiente y tiene miga alveolada.
- Gallego o Coruña: tiene textura gruesa y miga firme.
- Zaragoza o redondo: su miga es esponjosa, alvéolos grandes y de corteza tostada, gruesa y crujiente.
- Payés o Barcelona: tiene forma redonda su corteza es gruesa y crujiente, muy suave debido a la intensa fermentación. Es bueno comer con jamón.

#### 2.2.5.3. Contenido nutricional de pan común.

**Tabla 5.** Información nutricional del pan por 100 g

Contenido	Cantidad
Agua	35 %
Fibra	3,5 g
Grasa	1,3 g
Proteína	7,6 g
Hidratos de carbono	52 g

**Fuente.** (Penelo, 2016).

#### 2.2.5.4. Características que debe tener un buen pan

1. La corteza debería tener una consistencia crujiente.
2. El pan tiene que pesar.
3. Mantendrá su consistencia.

4. La miga debería tener orificios irregulares.
5. Debería estar cocido en su justa medida.
6. Ni una pieza debería ser igual a otra.
7. La base del pan debería ser lisa.
8. Debería oler a pan

#### 2.2.6. Gluten

Según Cuaspa (2014) el gluten es un compuesto de proteína vegetal (fibrina vegetal) que se encuentra en grandes cantidades en la harina de muchos cereales especialmente en el trigo tiene 80% a 85% de proteína y 8% a 15% en la harina.

- Composición que tiene el gluten

El gluten se compone de dos partes: prolamina (soluble en alcohol) y glutelinas (insoluble en alcohol). Los nombres de los componentes son diferentes según el tipo, por ejemplo, en el caso del trigo, hablamos de gliadinas y gluteninas. Para ver los diferentes tipos de trigo cultivado, basta con estudiar la estructura de las reservas de proteínas. (Ayala et al, 2019).

- Desintegración de prolaminas.

Las prolaminas, como ejemplo la gliadina en el trigo, son ricas en contenido de prolina y glutamina, aminoácidos difíciles de digerir, no pertenecen a los aminoácidos esenciales, debido a que el propio organismo los sintetiza. El contenido alto de prolina y glutamina del gluten impide una necrosis completa de las proteínas a través de enzimas digestivas. El resultado en el intestino delgado es la presencia de oligopéptidos tóxicos (proteínas con hasta diez aminoácidos) durante un largo periodo de tiempo. La prolina se desintegra con la presencia de una oxidasa, por medio de la mediación de glutamato gamma-semialdehído donde la prolina se transforma en ácido glutamínico. El ácido glutamínico se convierte en glutamina para ser transportado hasta el cerebro esto es necesario para la síntesis de proteínas (Ayala et al, 2019).

#### 2.2.7. Bioquímica en panificación

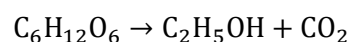
El mezclado y amasado

- La harina absorbe agua dependiendo de la granulometría como el contenido de proteína, humedad inicial de la harina y la consistencia de la masa (Salvadori y Ribotta, 2019).
- El almidón absorbe agua y produce hinchamiento.
- Las reacciones redox, promueven la formación de puentes disulfuro que ayudan a unir proteínas.
- Reordenación en la localización de proteínas.
- La formación de enlaces inestables entre las proteínas y otros constituyentes de la harina.
- Rotura y formación de puentes disulfuro.
- Las proteínas como la gliadina y glutenina se unen para formar una red de gluten.

(Salvadori, & Ribotta, 2019).

Fermentación.

El reposo de la masa de pan en temperaturas adecuadas hace que se dé una buena fermentación duplicando su. (Salvadori, & Ribotta, 2019)



- Hexosa Etanol Anhídrido carbónico
- La fermentación alcohólica (pan fresco con 0,3 % de etanol) por actividad de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), se debe controlar la cantidad y calidad.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> y las bolsas de gas se retienen entre las finas membranas del gluten.
- El azúcar se descompone y las amilasas comienzan a actuar sobre el almidón, produciendo maltosa y glucosa.

### Los azúcares.

Sacarosa (enzima invertasa) Dextrosa + Levulosa

(Azúcar invertido)

Azúcar invertido (complejo Zimaşa) CO<sub>2</sub>+ Alcohol + Otros ácidos

(Acético, Láctico etc.)

El Almidón

Almidón  $\xrightarrow{\text{(enzima diastásica)}}$  Maltosa + Dextrinas

Maltosa  $\xrightarrow{\text{(enzima maltasa)}}$  Dextrosa

Dextrosa  $\xrightarrow{\text{(complejo Zimasa)}}$  CO<sub>2</sub> + Alcohol + Otros ácidos

Elementos

La sal provoca un cambio en el sabor, hace que la fermentación sea lenta y defecto en una fermentación acelerada hasta un 2%.

Hidratación: La irregularidad (rigidez en la masa) retarda el proceso de la fermentación.

- Temperatura del ambiente y la masa.
- Acidez.
- Humedad relativa del ambiente.
- Reacciones: El pan pierde alrededor del 20% de su peso inicial y en los primeros minutos después de sacar el pan del horno nuevamente pierde un 3% de su peso en masa.
- Crea una piel impenetrable que retiene la humedad y la grasa, evita la degradación de diferentes componentes aromáticos y nutrientes a temperatura de 100 °C para fortalecer a 140 °C y llegar hasta 220 °C.

Reacción de Maillard o pardeamiento químico

- Da color y sabor o la reacción de caramelización del azúcar.
- Oxidación de ácidos grasos a aldehídos, lactonas, alcoholes, ésteres y cetonas.
- Se inactivan las enzimas.
- Se coagula el gluten y los alvéolos se expanden debido al efecto de temperatura que condiciona la textura del pan. (Salvadori, & Ribotta, 2019).

Activación de la levadura.

En las primeras etapas aumenta el metabolismo de la levadura, el CO<sub>2</sub> producido contribuye a la fermentación de la masa (Salvadori, & Ribotta, 2019).

Según la norma NTE INEN 95 las características organolépticas del pan fresco son:

- Sabor y aroma: Es único en un producto fresco y cocido.
- El sabor no debe ser amargo, rancio y ácido.
- Corteza: es crujiente, color uniforme sin quemaduras o sustancias extrañas.
- Miga: blanda, elástica, húmeda, porosa, uniforme, no debe ser pegajoso y desmenuzable.

#### 2.2.8. Balance de masa

El balance de masa puede ser una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o una parte de él. Es la aplicación de la ley de conservación de la masa que dice "La masa no se crea ni se destruye". El balance es fundamental para el cálculo del tamaño de los grupos de un proceso que se empleen y a través evaluar sus costos. Los cálculos son casi continuamente un requisito anterior para todos los otros cálculos, además, las capacidades que se adquieren al hacer los balances de masa tienen la posibilidad de transferir con facilidad a otros tipos de balances. (Deiana, Granados, & Sardella, 2018).

#### 2.2.9. Análisis fisicoquímico

Olmos (2018) dice que un análisis de propiedades fisicoquímicas de los productos alimenticios es uno de los principales factores que determinan su calidad. Desempeña un papel importante en la medición de la calidad de los alimentos, comprobando el cumplimiento de los requisitos de las autoridades sanitarias, y estudiando posibles infracciones como falsificaciones y adulteración, en todos los alimentos procesados como la materia prima de los mismos.

#### 2.2.10. Análisis sensorial

La evaluación sensorial es el estudio de las propiedades organolépticas del producto, que es posible a través de la percepción humana. En otras palabras, es un examen de olor, apariencia, sabor, textura y aroma de los alimentos o materias primas. Este tipo de prueba incluye métodos para medir con precisión la respuesta de una persona a un alimento y minimizar posibles efectos de desviación que la identificación de marca e informaciones que ejercen sobre el consumidor. Es decir, trata de distinguir las propiedades sensoriales de los alimentos o productos y proporciona información importante en su desarrollo o mejora en la comunidad de la ciencia de la rama de alimentos y a los directivos de las empresas. (García, 2014).

Según Sajami (2016), las características que debe tener el pan

- Color: Uniforme de dorado a ligeramente marrón, corteza de color uniforme, sin quemaduras ni hollín u otras materias extrañas.
- Olor: El olor debe ser del pan recién horneado, fresco libre de olores extraños o rancios. Sin olor desagradable.
- Consistencia: El migajón es húmedo y elástico, además debe existir una porosidad uniforme, no esponjosa ni desmenuzable.
- Miga: Los alveolos deben ser uniformes, no presentar humedad, no desmigajarse.
- Sabor: Placentero, sin trazas de sabor agrio o levadura; es decir no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez. Sin sabor desagradable
- Color: tiene un color dorado con tonalidad marrón sin quemaduras o inclusiones extrañas.
- Olor: no rancio, sin mal olor.
- Consistencia: no esponjosa ni quebradiza.
- Miga: los alvéolos uniformes, sin humedad
- Sabor: no amargo ni ácido.

#### 2.2.11. Textura.

Este parámetro es una de las particularidades que permite diferenciar los alimentos clave para la preferencia de los consumidores. Esta propiedad se evalúa mediante estudios reológicos, que se centran en estudios de las propiedades de los alientos como la viscosidad, la rigidez o dureza y grosor. Algunos productos cambian de apariencia y textura durante el almacenamiento, por lo que se utilizan medidas reológicas para predecir la vida útil. (Chavarría, 2016)

La textura del pan es un factor que define las características sensoriales e influye fuertemente en la decisión de compra del consumidor. La calidad de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua que se le agrega a la harina y el uso de harinas especiales en el proceso, pero la proporción y la calidad de la proteína son lo más importante (Paredes, 2016).

#### 2.2.12. Análisis microbiológico

##### 2.2.12.1. Mohos

De acuerdo con la NTE INEN 1529-10, (2013) se denomina hongo filamentosos multicelular, aquellos que tiene forma plana o esponjosa, crece a partir de un gramo o centímetro cúbico de la muestra n medio adecuada y para ser incubado se coloca a temperaturas de 22 °C a 25°C.

#### 2.2.12.2. Levaduras.

Según NTE INEN 1529-10, (2013) menciona que son hongos que se desarrollan a una temperatura de 25°C por medio de agar, sus colonias son redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio con un contorno regular y superficie convexa, su morfología variable, el tamaño supera al de las bacterias.

#### 2.2.12.3. E. coli

Son bacterias coliformes (coliformes fecales) que fermentan la lactosa con producción ácido y gas en 48h00 a una temperatura entre 44° - 45°C, producen indol a partir de triptófano cuando se realiza el ensayo, según lo establecido en esta norma INEN 765:2013

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

La presente investigación es de enfoque cuali-cuantitativa considerando en la parte cualitativa el análisis de la evaluación sensorial del pan común relacionando el grado de preferencia con el producto final y dentro la parte cuantitativa recolectando datos reales de las características fisicoquímicas de las harinas de papas y del pan común con el fin de aprobar o refutar las hipótesis planteadas. Los resultados serán analizados mediante el programa estadístico Infostat versión 2020.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

Experimental: la investigación es experimental por lo que se utilizaron porcentajes de sustitución (10 %, 20 % y 30 %) de harina de trigo por harina de papa, realizando un control de las distintas variables con el fin de elaborar pan, y así obtener datos numéricos para comprobar si las harinas de las tres variedades de papas son favorables en este producto.

#### **3.2. HIPÓTESIS**

H0: La sustitución parcial de harina de papa por harina de trigo no influye en las características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un pan común.

H1: La sustitución parcial de harina de papa por harina de trigo influye en las características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un pan común.

#### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Variables Independientes (VI)

- Tipo de harina de papa

Se evaluará tres variedades de papa estas son: Super chola, Única y Criolla para la obtención de harina

- Sustitución parcial de harina de papa.

Las formulaciones se establecieron tomando referencia las proporciones indicadas en la investigación de Leiva, Cornejo & Vílchez (2019), con porcentajes de harina de trigo (90%, 80%, 70%) y harina de papa (10%, 20 % y 30 %) más el tratamiento testigo 100% harina de trigo. Se tiene 9 tratamientos cada uno con tres repeticiones con un total de 27 unidades experimentales.

Variables Dependientes (VD):

- Calidad de la harina

Se evaluará el peso en gramos de las tres variedades de harina de papa Súper chola, Única y Esperanza mediante un balance de materia propuesto en la investigación de Leiva, Cornejo & Vílchez (2019).

Características fisicoquímicas: proteína, grasa, fibra, humedad, ceniza, carbohidratos, acidez titulable y pH

Microbiológico: Mohos y levaduras, E. coli.

- Calidad del pan común

Características fisicoquímicas: grasa, proteína, fibra, humedad, pH, cenizas y carbohidratos.

Análisis sensorial: olor, color, textura, sabor y aceptabilidad global.

Análisis microbiológico: E. coli, mohos y levaduras.

Características texturales: Dureza, Adhesividad, Cohesividad, Elasticidad, Masticabilidad.

**Tabla 6.** Operacionalización de variables harina

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
VI: Harina de papa	Variedades de papas	Variedad de papa Solanum tuberosum L.	Gravimetría	Norma (INEN, AOAC)
		Variedad de papa ICA Única		
VD: Calidad de la harina	Rendimiento de la Harina	Variedad de papa Solanum phureja	Balance de materia	Hojas de registro
		Evaluación en gramos de harina obtenida		
		Humedad		
	Características fisicoquímicas	Cenizas	Desecado con estufa	AOAC 925.10
		Proteína total	Calcinación y determinación gravimétrica del residuo.	AOAC 923.03
		Grasa total	Método de Kjeldahl	AOAC Oficial Method 954.01.
		Fibra cruda	Metodo de Soxhlet	AOAC Oficial Method 2003.06.
		Carbohidratos	Método gravimétrico	AOAC 978.10
		pH	Cálculo	Cálculo
		Acidez titulable en harinas	pH-chimetro	INEN 526, 2013
Análisis microbiológico	E. coli	Método gravimétrico	INEN 521,1981.	
	Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-7: 1990	Petrifilm	
		NTE INEN 1529-10:2013		

**Tabla 7:** Operacionalización de variables pan.

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>VI:</b> Sustitución parcial de harina de papa	Porcentajes de sustitución de harina de papa	T1: 10% T2: 20% T3: 30%	Gravimetría	Ficha técnica Hoja de registro
<b>VD:</b> Calidad del pan	Características fisicoquímicas del pan	Proteína total	Kjeldahl	AOAC Official Method 954.01.
		Humedad	Desecado con estufa	AOAC 925.10
		Grasa total	Soxhlet	AOAC Official Method 2003.06.
		Cenizas	Calcinación y determinación gravimétrica del residuo.	AOAC 923.03
		Carbohidratos totales	Cálculo	Hoja de cálculo
		pH	pHmetro	INEN 526, 2013
		Fibra cruda	Gravimetría	AOAC 978.10
	Volumen específico en cm <sup>3</sup>	Metodología de Gujska & Khan, (1990).		
	Características sensoriales	Olor, color, sabor, textura y aceptación global	Prueba afectiva nivel de agrado aplicando escala hedónica del 1-7	Hoja de catación (García, 2014)
	Características reológicas	Dureza, Adhesividad, Cohesividad, Elasticidad, Masticabilidad	Texturómetro Brookfield	Texturómetro Brookfield
	Análisis microbiológico	Mohos y levaduras E. coli	NTE INEN 1529-10:2013	Petrfilm

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Materia prima.

Para la obtención de las diferentes variedades de harina de papa se adquirió tres tipos de papas súper chola, única, criolla en el mercado "Montúfar" ciudad San Gabriel, las materias primas utilizadas para la elaboración del pan común se obtuvieron de origen comercial como indica la tabla 6.

**Tabla 8.** Materia prima utilizada para la elaboración de pan común con sustitución parcial de harina de papa

<b>Materia prima</b>	<b>Proveedor</b>
Harina de trigo	Supermaxi
Agua	Supermercado local
Sal	Supermercado local
Azúcar	Supermercado local
Huevos	Supermercado local
Mantequilla	Supermercado local
Levadura	Supermercado local

#### 3.4.2. Materiales y equipos para la producción de harina de papa

Los equipos y materiales utilizados en la elaboración de pan común fueron lavados y desinfectados con solución de cloro antes de utilizar, en la Tabla 7, se detallan.

**Tabla 9.** Equipos utilizados en la obtención de harina de papa y para la elaboración de pan común.

<b>Equipo/ Material</b>	<b>Marca</b>	<b>Características</b>
Deshidratadora	M/T Redislab	Cámara de deshidratación de flujo forzado Las piezas son de aleación de aluminio y materiales de acero inoxidable. Tiene una capacidad de producción de 600-1000kg/H
Cortadora de papas	Longer	La estructura de acero inoxidable, voltaje 220V.
Molino eléctrico	Mill Grinder	Se encarga de medir cantidades entre 0,01 g hasta 300 g
Balanza analítica	Mettler Toledo	Mide el pH de 0 a 14
Potenciómetro	Mettler Toledo	Alcanzan una temperatura máxima de 280°C, su fachada, revestimiento y campana es de acero inoxidable.
Horno industrial	Bauuman	

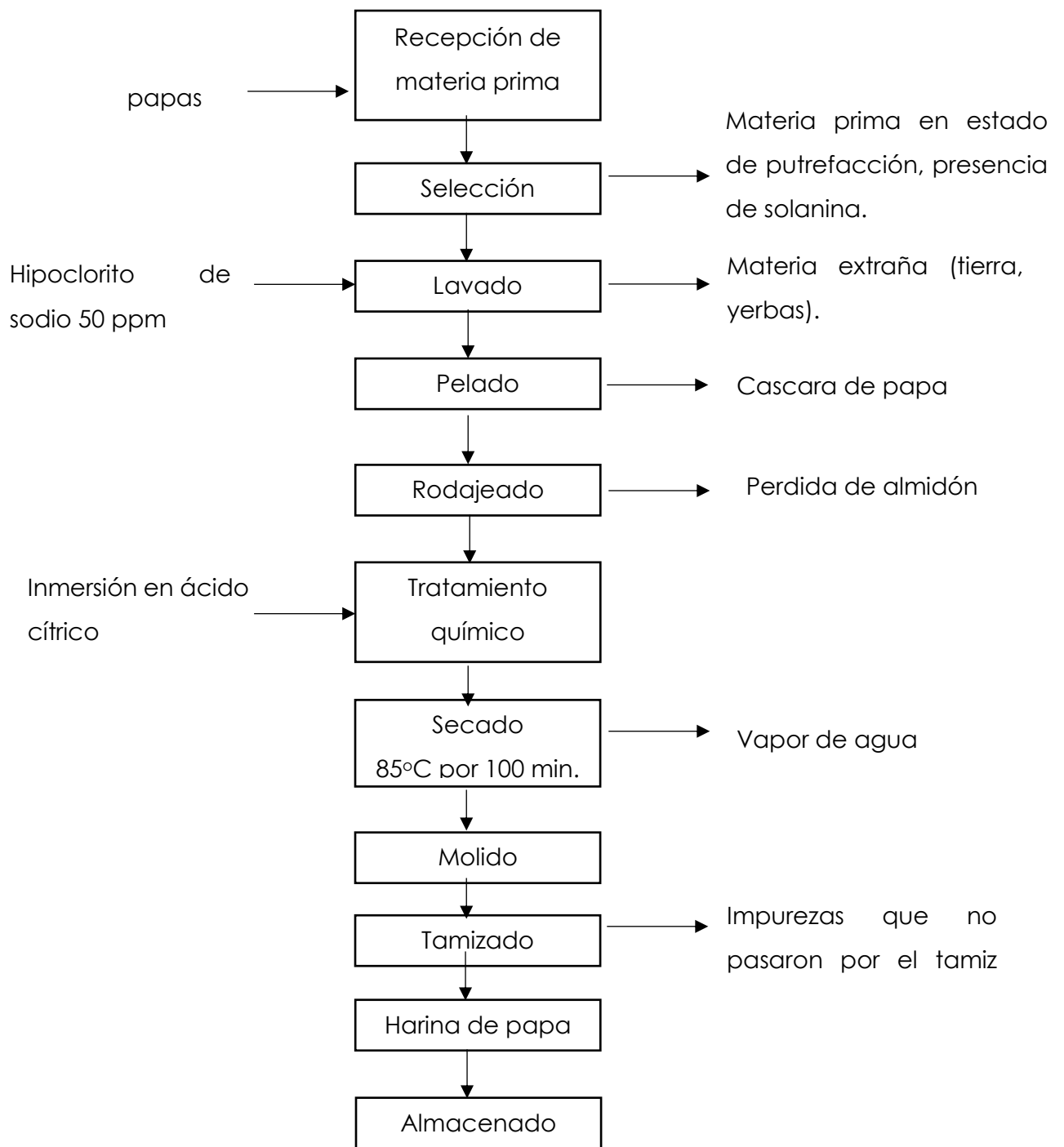
#### 3.4.3. Descripción del proceso para la obtención de harina de papa

Para la elaboración de las harinas de papa se tomó en cuenta la metodología propuesta por Hernández & Rugama, (2015).

- Recepción de materia prima: se lava las papas y se desinfecta correctamente, estas son llevadas hasta el área de producción de harina, las papas no se

seleccionan por tamaño, ya que en este proceso no se necesita tener papas de un tamaño estándar.

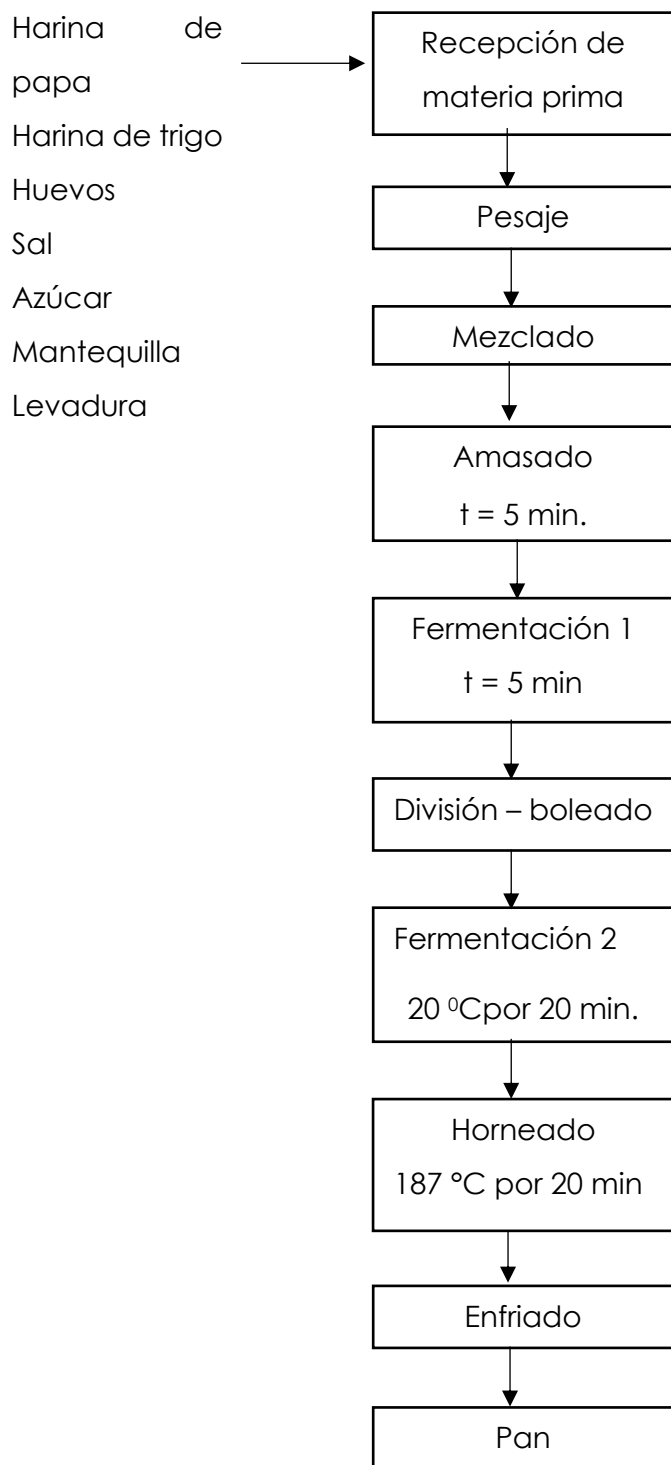
- **Pesado:** este proceso sirve para cuantificar las cantidades de materia prima que entra al proceso y compararlo con la pérdida llevando datos de las pérdidas por deshidratación y los desechos; además de llevar un registro contable de la cantidad de materia prima utilizada.
- **Pelado:** se realiza con la finalidad de retirar la cascara, debido a que no es deseada en la harina, puesto que puede oscurecer el color de ella y dar una impresión sensorial de rechazo en el consumidor.
- **Troceado:** esta operación tiene como objetivo la disminución de la superficie de la papa para facilitar el proceso de secado reduciendo el tiempo de deshidratación, y al tener un lapso menor de tiempo, se reduce la posibilidad que la papa se oxide.
- **Tratamiento químico:** se realiza una dilución de ácido cítrico a una concentración de 1% (0.02kg en 2 litros de agua) durante 10 min, este antioxidante evita el pardeamiento enzimático.
- **Secado:** reduce el porcentaje de agua que contiene la papa, se deshidrata a una temperatura de 85°C por 100 minutos con la finalidad de obtener el material sólido reduciendo el contenido de humedad hasta un valor aceptado para procesar.
- **Molido:** se muele las papas deshidratadas para reducir el tamaño de partícula y obtener como polvo.
- **Tamizado:** consiste en pasar la harina de papa por un tamiz de 212 µm.
- **Almacenamiento:** Se almacena en bolsas Zip.



**Figura 4.** Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa Super chola, Única y Criolla

#### 3.4.4. Descripción de proceso para la elaboración de pan común

- Recepción de materia prima: las papas deben estar en buen estado sin alteraciones que pueden dañar el producto a realizar.
- Pesaje: se procede a pesar los ingredientes con los porcentajes indicados en la tabla 11.
- Amasado: se forma una circunferencia con la mezcla de la harina de trigo con harina de papa en una superficie lisa, se procede a colocar todos los ingredientes y se homogeniza hasta obtener una masa elástica y flexible, lo cual se consiguió en cinco minutos en una mezcladora.
- Primera fermentación: la masa se deja reposar durante cinco minutos a temperatura ambiente.
- División y boleado: se corta y pesa 50g de masa, se forma bolas con la masa y se va formando la forma del pan deseado, se coloca los panes en latas estas previamente engrasar con mantequilla.
- Segunda fermentación: luego de la etapa de boleado se deja reposar durante 20 minutos hasta doblar el volumen esto se realizó a una temperatura de 20°C.
- Cocción y horneado: antes de ingresar las latas en el horno este debe estar previamente calentado, se horna el pan durante 20 minutos a 187°C.
- Enfriado: se enfría a temperatura ambiente de 12 a 15°C.
- Almacenado: se coloca en un lugar seco y fresco.



**Figura 5.** Flujograma de elaboración de pan común con sustitución parcial de harina de papa.

**Fuente:** Leiva, Cornejo & Vílchez (2019).

### 3.4.5. Rendimiento de materia por medio de un balance de masa

Un balance de masa es un conjunto de cálculos que nos permite llevar un registro de todas las sustancias que intervienen en el proceso de transformación cumpliendo con la ley de conservación de la masa. La ley de conservación de la masa establece que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma (García, 2015).

Para conocer el rendimiento productivo de la papa transformada en harina se empleó la metodología de balance de materia para cada variedad con la finalidad de conocer el mejor rendimiento entre las tres clases de papas empleadas.

Balance global de masa

$$E_m = P_m + S_m$$

- $E_m$ : entrada de materia.
- $P_m$ : proceso de materia.
- $S_m$ : salida de materia.

### 3.4.6. Descripción de métodos para análisis fisicoquímico de harina de papa.

#### 3.4.6.1. Humedad

Se utiliza el método oficial AOAC 925.10, (2005). Se seca en la estufa de aire (modelo Memmert 400) a  $130 \pm 1^\circ\text{C}$  por una hora. La muestra se basa en la pérdida de peso que sufre por calentamiento hasta obtener peso constante. La fórmula para calcular es:

$$\text{Humedad \%} = \frac{(M - m)}{m} \cdot 100$$

Dónde:

$M$  = Peso inicial en gramos de la muestra.

$m$  = Peso en gramos del producto seco

#### 3.4.6.2. Cenizas

Se utiliza el método directo AOAC 923.03, consiste en realizar el siguiente procedimiento.

1. Pesar la muestra de 5-10g en el crisol previamente tarado. Si la muestra esta húmeda se la seca.
2. Se coloca la muestra en la mufla aproximadamente de 8 a 10 horas a una temperatura de  $550^\circ\text{C}$ .
3. Desconectar la mufla y esperar hasta que la temperatura haya descendido por lo menos hasta  $250^\circ\text{C}$  o mas bajo.

4. Utilizar pinzas de seguridad para transferir los crisoles al desecador durante 10 minutos y rápidamente pesar.

Las cenizas expresadas en porcentaje:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{C3 - C1}{C2 - C1} \times 100$$

Dónde:

C1: masa de crisol en gramos

C2: masa de crisol incluida la muestra en gramos.

C3: masa de crisol con las cenizas de la muestra en gramos.

Realizar el promedio de los valores obtenidos y matifestar los resultados con un decimal.

Tener en cuenta que los resultados no debería ser preeminente al 5% de promedio

#### 3.4.6.2. Fibra cruda

Se utiliza el método oficial (AOAC 978.10, 2005). La determinación de la fibra cruda se realiza con el siguiente procedimiento.

- Pasar 1g de muestra con precisión y colocar en un matraz de Kjeldahl, agregar 10g de sulfato de potasio, 20 ml de ácido sulfúrico concentrado y 0.7 g de óxido de mercurio.
- Colocar el matraz en el digestor con un ángulo inclinado y calentar a hasta llegar un punto de ebullición la solución debe tener un color claro, se continúa calentando por 30 minutos, en caso de que se produzca espuma se adiciona parafina.
- Dejar enfriar e ir adicionando poco a poco agua destilada- des ionizada alrededor de 90 ml, luego de hacer enfriar agregar 25 ml de la solución de sulfato de sodio y mezclar.
- Agregar una perla de ebullición y 80 ml de hidróxido de sodio al 40% el matraz debe estar inclinado al colocar esta solución.
- Se conecta el matraz al equipo de destilación
- Colocar 50 ml de la solución destilada que contiene amonio en 50 ml de la solución indicadora.
- Cuando se termine de destilar remueva el matraz receptor, enjuagar la punta del condensador y titular con ácido clorhídrico estándar

#### 3.4.6.3. Proteínas

Se determinó el porcentaje de proteínas mediante el método descrito en AOAC 954.01, que consiste en la mineralización de proteínas, destilación y titulación del amoníaco resultante. El contenido de nitrógeno se multiplica por la normalidad de HCl por el volumen de HCl utilizado por 1.4007 y por el factor de nitrógeno que corresponde al alimento, el valor se divide por la cantidad en gramos de la muestra utilizada, y el resultado final se multiplica por 100 %.

Formula

$$\%NT = \frac{VA \times 1.4007 \times M}{m} \times 100$$

$$P = \%NT \times F$$

Significa:

- NT: % de nitrógeno total
- P: % de proteína bruta
- VA: Volumen ml de HCl 0.1 N utilizado en la titulación de la muestra
- 1.4007: mili equivalentes en peso de N x 100%
- M: la molaridad del HCl estandarizado
- m: el peso de la muestra en gramos.
- F: 6.25 factor de conversión.

#### 3.4.6.4. Grasa

Se basó en el Método Oficial de la AOAC 2003.06.

Procedimiento:

- 1) En primer lugar, se pesa la muestra y se coloca dentro de dedales de extracción Soxhlet, de celulosa, de dimensiones de 22 x 100 mm, posteriormente la muestra se sumerge en disolvente caliente a 105°C durante 30 minutos (hexano, éter de petróleo, etc), donde la absorción del contenido de grasa de la muestra por el disolvente es continua tanto por inmersión como por reflujo.
- 2) En segundo lugar, la muestra se extrae del contacto con el disolvente condensado a una velocidad de condensación de 3 – 6 gotas/s. En este paso la absorción del contenido de grasa de la muestra por el disolvente es continua solo por reflujo.
- 3) En el último paso, la válvula del tanque de disolvente se cierra y el disolvente se recoge para su futura reutilización. El contenido de grasa se deposita en el fondo del recipiente de reacción.

- 4) Se secan los recipientes de extracción a 105°C por 30 minutos, se enfrían en el desecador y se pesan.

La cantidad de materia grasa estuvo dada por la siguiente ecuación:

Cálculos

Para calcular la cantidad de materia grasa estuvo dada por la siguiente ecuación:

$$\% \text{materia grasa} = \frac{(B - C)}{A} * 100$$

Donde

A= g peso de la muestra

B= g peso recipiente con grasa

C= g peso recipiente tarado

#### 3.4.6.5. Determinación de carbohidratos totales

Se obtiene restando de 100 el peso en gramos de los macro componentes, según la siguiente fórmula:

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

Dónde:

%H= Porcentaje de Humedad

%C= Porcentaje de Ceniza.

%G= Porcentaje de Grasa.

%P= Porcentaje de Proteína.

#### 3.4.6.6. Determinación de pH

Se calibra el potenciómetro con solución buffer de pH 7, 4 y 10. Se realizó mediante el proceso descrito en la norma NTE INEN 526: 2013

- Pesar 10 gramos de muestra
- Colocar la muestra en un vaso de precipitación y añadir 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada hervida y enfriada.
- Agitar hasta que las partículas estén uniformes suspendidas durante 30 minutos a 25°C
- Dejar en reposo durante 10 minutos para que el líquido se decante.
- Determinar el pH por lectura directa

#### 3.4.6.7. Determinación de acidez titulable en harina vegetal

Se basó en el método NTE INEN 521:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable, se tomó una muestra de 5 gramos de harina, se añadió 50 cm<sup>3</sup>

de alcohol a una concentración de 90% (V/V), dejar reposar durante 24 horas. Tomar una alícuota de 10 cm<sup>3</sup> del sobrenadante, se procede a titular con hidróxido de sodio 0.02 N hasta alcanzar un pH de 8.2.

#### 3.4.6.7. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de microbiología de la UPEC, utilizando placas Compact Dry para su determinación de mohos, levaduras y *E. coli*. Comparando los resultados obtenidos con la norma NTE INEN 616: 2015. Requisitos de la harina de trigo y la norma NTC 1369. Requisitos para pan.

#### 3.4.7.1. Porcentaje de sustitución parcial de harina de papa por harina de trigo

Los porcentajes de sustitución parcial del 10, 20 y 30% de harina de papa por harina de trigo se establecieron como referencia las proporciones indicadas en la investigación de Leiva, Cornejo & Vílchez (2019).

#### 3.4.7.2. Diseño experimental

Factores

- Factor A1: harina de papa *Solanum tuberosum* L
- Factor A2: harina de papa ICA Única
- Factor A3: harina de papa *Solanum phureja*

Niveles

T<sub>0</sub> = 0% harina de papa (Tratamiento testigo 100% harina de trigo)

- Nivel T1: 10% harina de papa
- Nivel T2: 20% harina de papa
- Nivel T3: 30% harina de papa

Unidades experimentales: 9 tratamientos

Repeticiones: 3

Total, de unidades experimentales: 9 x 3 = 27

**Tabla 10.** Formulaciones

Tratamiento	Harina de papa	Harina de trigo
A1T1	10%	90%
A1T2	20%	80%
A1T3	30%	70%
A2T1	10%	90%
A2T2	20%	80%
A2T3	30%	70%
A3T1	10%	90%
A3T2	20%	80%
A3T3	30%	70%

**Fuente:** Leiva, Cornejo & Vílchez (2019).

### 3.4.7.3. Utilización de cada variedad de harina de papa para la elaboración de pan común

Se detalla los porcentajes de ingredientes para la elaboración del pan común para cada variedad de harina de papa como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 11.** Porcentajes (%) de ingredientes para la elaboración del pan común

Ingrediente	Testigo 0%	Tratamiento 1 10%	Tratamiento 2 20%	Tratamiento 3 30%
Harina de papa	0	5.26	10.51	15.78
Harina de trigo	52.59	47.33	42.08	36.81
Agua	19.32	19.32	19.32	19.32
Sal	0.20	0.20	0.20	0.20
Azúcar	3.08	3.38	3.38	3.38
Huevo	5.79	5.79	5.79	5.79
Mantequilla	17.39	17.39	17.39	17.39
Levadura	1.64	1.64	1.64	1.64

### 3.4.8. Volumen en el pan.

Se determinó el volumen del pan con una modificación del método 10-05 AACC (2000) descrito por Lainez (2006), en el que determino el volumen mediante el desplazamiento de las semillas de linaza en un vaso de precipitación o en un recipiente cilíndrico, el método consiste en colocar las semillas en un vaso de precipitación vacío y se marca la altura alcanzada, se quita las semillas del vaso y se procede a colocar la unidad de pan luego nuevamente se colocan las semillas de linaza y se marca la distancia a partir de las dos marcas señaladas se procede aplicar la siguiente ecuación:

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

Donde:

V: volumen en cm<sup>3</sup> de la muestra (pan)

r: radio del cilindro (cm)

D= distancia del desplazamiento desde la marca.

## 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico que se empleo es un diseño factorial 3<sup>2</sup>, que permite determinar diferencia entre las medias mediante ANOVA con un nivel de significancia del 95% y se utilizó la prueba de Tukey para la comparación características fisicoquímicas, de textura y sensoriales. Para realizar este análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat/E versión 2020.

### 3.5.1. Evaluación sensorial

Una vez que se obtiene el pan se procede a realizar una evaluación sensorial por medio de una prueba de nivel de agrado en base a las características de apariencia, sabor, color, olor, textura y aceptabilidad general mediante una escala hedónica de siete puntos como se muestra en la tabla 12. Se realizará la prueba sensorial a panelistas no entrenados utilizando agua como neutralizante de sabor para cada tratamiento a degustar. (García, 2014)

La categorización de los valores para la evaluación sensorial son los siguientes:

**Tabla 12.** Puntaje de los parámetros evaluación sensorial.

<b>Aceptabilidad</b>	<b>Valor</b>
Me gusta extremadamente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

**Fuente:** (García, 2014)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de las variedades de harina de papas y pan con sustitución parcial de harina de papa

4.1.1.1. Rendimiento de las variedades de harina de papa mediante balance de masa.

En la tabla 13, se indican los resultados del rendimiento de tres variedades de harina de papa. Al comparar los resultados obtenidos, se observa que para la primera variedad de papa el porcentaje de rendimiento es mayor en comparación A2 y A3.

**Tabla 13.** Rendimientos de las tres variedades de harina de papa

Balance de masa	A1	A2	A3
Entrada	22679,6 g	22679,6 g	22679,6 g
Salida	3134,4225 g	2602,5 g	2595,16 g
Rendimiento	13,82 %	11,48 %	11,44 %

El valor de rendimiento corresponde al resultado obtenido a través del balance de masa de cada variedad de papa A1 (súper chola), A2 (única) y A3 (criolla).

4.1.1.2. Características fisicoquímicas de las variedades de harina de papa.

La tabla 14, se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos de las harinas de papa variedad Única, Súper chola y Criolla. Al comparar los resultados obtenidos se observa diferencia estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) para humedad, proteínas, fibra cruda y pH por otra parte los parámetros de cenizas, grasa, carbohidratos y acidez titulable no tienen diferencia estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ). El valor más alto en cuanto a humedad es de A2 con 7.59% y el más bajo de A3 con 5.86%, para cenizas el valor más alto es de A3 con 2.79% y el valor más bajo es la muestra A2 con 2,70%, para proteína la muestra con mayor contenido es A3 con 6,21% y la de menor contenido es A2 con 5,22%, para grasa total el valor más alto es de A3 con 0,57% y el valor menor es de A2 con 0,15%, para fibra cruda la muestra con mayor contenido es A3 con 7,22% y el valor más bajo es de A2 con 4,81%, en cuanto a carbohidratos totales la muestra con mayor contenido es A3 con 84,30% y la

muestra con menor contenido es A1 con 83,96%, para pH el valor más alto es de A1 con 5,82 y el valor más bajo es de A3 con 5,70 y para acidez titulable el valor más bajo es de A1 con 0,009 y para las muestras A2 y A3 los valores son iguales 0,01.

**Tabla 14.** Composición fisicoquímica de tres variedades de harina de papa.

Muestra	A1	A2	A3
Humedad (%)	6,94 ± 0,02 <sup>b</sup>	7,59 ± 0,12 <sup>a</sup>	5,86 ± 0,17 <sup>c</sup>
Cenizas (%)	2,73 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,70 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,79 ± 0,01 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	5,84 ± 0,23 <sup>ab</sup>	5,22 ± 0,21 <sup>b</sup>	6,21 ± 0,22 <sup>a</sup>
Grasa total (%)	0,43 ± 0,24 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,32 <sup>a</sup>
Fibra cruda (%)	6,58 ± 0,51 <sup>a</sup>	4,81 ± 0,32 <sup>b</sup>	7,22 ± 0,31 <sup>a</sup>
Carbohidratos totales (%)	83,96 ± 0,09 <sup>a</sup>	84,22 ± 0,03 <sup>a</sup>	84,30 ± 0,07 <sup>a</sup>
Ph	5,82 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,72 ± 0,02 <sup>b</sup>	5,70 ± 0,01 <sup>b</sup>
Acidez titulable	0,009 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones ± la desviación estándar. Las codificaciones de A1 corresponde harina de papa Súper chola, A2 corresponde a la variedad Única y A3 corresponde harina de papa Criolla. Letras diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%.

#### 4.1.1.3. Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico realizado a las tres variedades de harina de papa (Súper Chola, Única y Criolla) los resultados se muestran en la tabla 15, indican la inocuidad del producto de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana 616:2015 Harina de trigo. Requisitos.

**Tabla 15.** Resultados del análisis microbiológico de las harinas de papa.

Microorganismo	Resultado			Unidad
	A1	A2	A3	
Mohos	<10	<10	<10	UFC/g
Levaduras	<10	<10	<10	UFC/g
E. coli	<10	<10	<10	UFC/g

El recuento de microorganismos analizados en cada variedad de harina de papa se realizó por duplicado.

#### 4.1.1.4. Análisis sensorial

##### Evaluación sensorial primera etapa

En la Tabla 16, se indica los resultados del análisis sensorial realizado, se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación global, se establece que no existe diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos, sin embargo en base las medias que se calcularon se determina los tres mejores tratamientos y estos fueron A1T2 (20% de sustitución harina de papa Super chola), A2T2 (20% de sustitución de harina Única) y A3T2 (20% de sustitución harina de papa Criolla) con valores más altos en cuanto a los atributos mencionados anteriormente.

**Tabla 16.** Resultado análisis sensorial de pan común con sustitución parcial de harina de papa

Trat.	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
A <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho
A <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho
A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente
A <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente
A <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho
A <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente
A <sub>3</sub> T <sub>1</sub>	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente
A <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho
A <sub>3</sub> T <sub>3</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho

Los valores presentados corresponden al análisis estadístico de la primera etapa de la evaluación sensorial mostrando las puntuaciones y el nivel de agrado por parte de los consumidores, columnas que comparten una letra diferente (a) indican que existe diferencias estadísticamente significativas con el nivel de confianza del 95%.

Segunda evaluación sensorial.

Después de la primera evaluación sensorial se realizó un segundo análisis sensorial, en la tabla 17, se indican los resultados obtenidos de los atributos evaluados. El tratamiento A3T2 tiene un valor más de 6 de la media experimental el cual es superior T0, A1T2, Y A2T2 en cuanto apariencia; en la evaluación de color el tratamiento A3T2

es el mejor evaluado con un puntaje de 6 superior a T0, A1T2, A2T2 que obtuvieron un valor de 5, también en la aceptación global el mejor tratamiento fue A3T2 con un valor de 6 superior a los tratamientos T0, A1T2 y A2T2 con un valor igual de 5, se puede decir que el tratamiento mejor evaluados en todos los atributos es el tratamiento A3T2.

**Tabla 17.** Resultados del análisis sensorial segunda etapa

Trat.	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
T <sub>0</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderada mente	5 <sup>b</sup> Me gusta moderadam ente	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>a b</sup> Me gusta mucho.	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente
A <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderada mente	5 <sup>ab</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente
A <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	5 <sup>a</sup> Me gusta moderada mente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente	5 <sup>a</sup> Me gusta moderadam ente
A <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	6 <sup>b</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>c</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>a</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>b</sup> Me gusta mucho.	6 <sup>b</sup> Me gusta mucho.

Los valores indicados corresponden al análisis estadístico de la segunda evaluación sensorial. Las codificaciones de T0, A1T1, ..., corresponde a los mejores tratamientos del pan común. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas, con un nivel de confianza de ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.1.5. Resultados fisicoquímicos de pan común con sustitución parcial de harina papa.

La tabla 18, muestra los resultados de la caracterización de pan común con sustitución parcial de harina de papa, se observa que hay diferencia estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) en los parámetros evaluados, para humedad el valor más alto es el tratamiento A2T2 con 24,26% y el valor menor es de A3T2 con 15,82%, para cenizas el valor más alto es de A3T2 con 1,65% y el valor menor es de T0 con 0,41%, en cuanto a grasa el valor más alto pertenece a T0 con 10,24% y el de

menor valor es de A2T2 con 7,54% siendo el mayor contenido el de la muestra A2T2 con 24,26%, además el tratamiento con valor de pH más alto es T0 con 5,46 y el valor más bajo es de A1T2 con 4,35.

**Tabla 18.** Características fisicoquímicas de pan común con sustitución parcial de harina de papa

Muestra	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	pH
T0	17,37 ± 0,13 <sup>c</sup>	0,41 ± 0,06 <sup>c</sup>	10,24 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,04 <sup>a</sup>
A1T2	18,48 ± 0,56 <sup>b</sup>	1,65 ± 0,03 <sup>a</sup>	8,81 ± 0,03 <sup>b</sup>	4,35 ± 0,03 <sup>d</sup>
A2T2	24,26 ± 0,28 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,03 <sup>b</sup>	7,54 ± 0,04 <sup>c</sup>	4,60 ± 0,03 <sup>c</sup>
A3T2	15,82 ± 0,09 <sup>d</sup>	1,65 ± 0,04 <sup>a</sup>	8,91 ± 0,01 <sup>b</sup>	4,61 ± 0,04 <sup>b</sup>

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones ± la desviación estándar. Las codificaciones de T0, A1T2, A2T2 y A3T2 corresponden a las muestras de pan común con inclusión de harina de papa. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%.

En la tabla 19 se muestran los resultados de fibra donde el tratamiento con el valor más alto es A3T2 con 1,16% y T0 con 1,09% es el valor inferior; proteína el valor superior pertenece al tratamiento A3T2 con 5,68% y el valor inferior es T0 con 5,57%; carbohidratos el valor más alto es de A3T2 con 67,94% y el valor inferior pertenece a A2T2 con 61,88%.

**Tabla 19.** Resultados del contenido de fibra cruda, proteína y carbohidratos en porcentajes

	Fibra cruda (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)
T0	1,09 ± 0,04 <sup>a</sup>	5,57 ± 0,05 <sup>a</sup>	66,41 ± 0,33 <sup>b</sup>
A1T2	1,13 ± 0,03 <sup>a</sup>	5,65 ± 0,01 <sup>a</sup>	65,41 ± 0,51 <sup>b</sup>
A2T2	1,11 ± 0,03 <sup>a</sup>	5,61 ± 0,03 <sup>a</sup>	61,88 ± 0,09 <sup>c</sup>
A3T2	1,16 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,68 ± 0,01 <sup>a</sup>	67,94 ± 0,28 <sup>a</sup>

Las codificaciones de T0, A1T2, A2T2 y A3T2 corresponden a las muestras de pan común con inclusión de harina de papa. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%.

#### 4.1.1.6. Volumen específico de pan común.

La tabla 20 se indica el volumen específico determinado lo que demuestra que el valor disminuye con el porcentaje de sustitución es decir, el volumen es inversamente

proporcional al porcentaje de inclusión el valor más alto es del T0 con 4,59cm<sup>3</sup> y el más bajo pertenece al tratamiento A2T2 con 3,36 cm<sup>3</sup>.

**Tabla 20.** Volumen en cm<sup>3</sup> de pan común.

Tratamiento	Volumen específico (cm <sup>3</sup> )
T0	4,59 ± 0,03 <sup>a</sup>
A1T2	4,19 ± 0,04 <sup>b</sup>
A2T2	3,36 ± 0,09 <sup>b</sup>
A3T2	4,24 ± 0,05 <sup>c</sup>

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones ± la desviación estándar. Las codificaciones de A1T2, A2T2 y A3T2 corresponden a las muestras de pan común con sustitución parcial de harina de papa. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%.

#### 4.1.1.7. Características texturales del pan con sustitución parcial de harina de papa

En la Tabla 21 se detalla los valores obtenidos de las características de textura de pan con sustitución parcial harina de papa, el valor más alto en cuanto adhesividad es de T0 con 0,6 mJ y el menor valor es de 0,3 mJ que pertenece a los tratamientos A3T2 y A1T2; cohesividad el valor más alto es del tratamiento A1T2 con 0,25 y el menor valor es de T0 con 0,22; elasticidad el valor más alto es de A1T2 con 14,03mm y el menor valor es de A2T2 con 11,79mm; masticabilidad el valor superior es del tratamiento A1T2 con 16,1 mJ y el de menor valor es A3T2 con 12,6mJ, en cuanto a dureza el valor superior es 467g perteneciente a los tratamientos A1T2 y A2T2 por lo tanto el valor inferior es A3T2 con 420g.

**Tabla 21.** Resultados de textura de pan común con sustitución parcial de harina de papa.

Características texturales	T0	A1T2	A2T2	A3T2
Adhesividad (mJ)	0,6± 0,03 <sup>a</sup>	0,5± 0,89 <sup>a</sup>	0,3± 0,02 <sup>b</sup>	0,3± 0,04 <sup>b</sup>
Cohesividad	0,22± 0,03 <sup>c</sup>	0,25± 0,71 <sup>a</sup>	0,24± 0,08 <sup>b</sup>	0,24± 0,05 <sup>b</sup>
Elasticidad (mm)	13,47± 0,53 <sup>b</sup>	14,03± 0,01 <sup>a</sup>	11,79± 0,13 <sup>d</sup>	12,57± 0,02 <sup>c</sup>
Masticabilidad (mJ)	13,5± 0,78 <sup>b</sup>	16,1± 0,03 <sup>a</sup>	12,8± 0,39 <sup>c</sup>	12,6± 0,49 <sup>c</sup>
Dureza (g)	464± 0,03 <sup>b</sup>	467± 0,05 <sup>a</sup>	467± 0,08 <sup>a</sup>	420± 0,21 <sup>c</sup>

Los valores de las filas con diferentes letras indican diferencia estadísticamente significativa (p≤ 0,05).

#### 4.1.1.8. Análisis microbiológico

Los tratamientos de pan común más aceptado por los jueces fueron A1T2, A2T2 y A3T2 (20 % sustitución), en cuanto a Mohos y Levaduras se obtuvieron valores de respectivamente, <10 UFC/g que se encuentran dentro de lo que establece la Norma Técnica Colombiana (2006) requisitos generales para pan.

**Tabla 22.** Resultados del análisis microbiológico de pan común con sustitución parcial de harina de papa.

Microorganismo	Resultado			Unidad
	A1T2	A2T2	A3T2	
Mohos	<10	<10	<10	UFC/g
Levaduras	<10	<10	<10	UFC/g
E. coli	-	-	-	UFC/g

Conteo de microorganismos analizados en los tratamientos A1T2, A3T2 y A3T2 realizado por duplicado.

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Balance de masa.

El promedio del rendimiento fue de 13,82% (A1), 11,48% (A2) y 11,44% (A3) valores inferiores a los obtenidos por Leiva, Cornejo & Vílchez (2019), que obtuvieron valores de 17.58 % para la variedad Desiree, 14.60 % Actrice y Metro con 16.75 %. No obstante, los rendimientos varían de acuerdo con las características físicas y químicas de las variedades de papas.

### 4.2.2. Características fisicoquímicas de harina de papa súper chola, única y criolla.

En lo que respecta al contenido de humedad, hubo diferencias estadísticamente significativas para las muestras. El mayor contenido de humedad fue para A2 (harina de papa única) con 7.73% seguido de A1 (harina de papa súper chola) con 6,95% y A3 (harina de papa criolla) con 5.99%; son valores superiores a excepción de A3 con respecto a resultados obtenidos por Ocaña (2019) en harina de papa china (6.33%) y Nazate (2019) en harina *Solanum tuberosum* (6.50%). Estos valores en comparación en la norma NTE INEN 616:2015, se encuentran dentro del rango ya que el % máximo de humedad es de 14.5%. Por otra parte, Lalaleo (2017) menciona que el bajo contenido de humedad posee una estrecha relación con la calidad, debido a que harinas >14% de humedad pueden almacenarse a temperatura ambiente sin ser propensas a infecciones de microorganismos y hongos.

Con referencia al contenido de cenizas la harina de papa tiene un contenido muy significativo en relación con la harina de trigo para panificación 1 % según la norma INEN 616. En los resultados obtenidos no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las variedades de harina ( $p \leq 0,05$ ) para A1 fue 2,73%; A2 con 2,70% y A3 con 2,79% estos valores fueron menores a los resultados obtenidos por Espino (2019) y Villalobos et al. (2019), quienes obtuvieron 3,97% en harina de papa cambray y 3,13% harina de papa única. Los valores obtenidos en estas investigaciones reflejan el contenido de sales minerales como Calcio, Potasio, Hierro, Fósforo, entre otros, que se encuentran en las harinas provenientes de la papa; en general, menos del 5% se supone de la materia seca de los alimentos (Silva, 2019).

El contenido de proteína de las tres variedades de harina de papa fue de 5,84 % (A1); 5,22 % (A2) y 6,21 % (A3), los valores son menores a los indicados por Romero (2021), el obtuvo 6,62%, también a los de Rodríguez y Soledispa (2018) cuyo valor fue de 6,40%; pero superiores a los de Espino (2019), que reportó valores entre 3,70%; 4,94% y 4,85%. Los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los rangos que establece la norma NTE INEN 616: Harina de trigo. Requisitos (INEN, 2015) como 7 % de contenido de proteína, la razón de que la harina de papa tenga un menor contenido pudiera deberse al tiempo y temperatura de secado.

Con respecto a grasa los valores obtenidos fueron de 0,43 %; 0,15 %; 0,57 %. Los resultados fueron menores a lo reportado por Ocaña (2019) con 0,73 % y similares a los de Espino (2019) donde los resultados fueron de 0,15 %; 0,20 % y 0,51% de tres tipos de harina de papa. Estos resultados se encuentran dentro de lo que establece la norma INEN 616 donde el valor máximo de grasa es de 2 % para panificación. La harina de papa contiene un porcentaje que está entre 0,43 y 0,57 % su valor es bajo como en todos los vegetales además son grasas insaturadas.

El contenido de fibra cruda para las harinas de papas fue de 6,58 %; 4,81% y 7,22%, siendo superiores para los datos obtenidos por Espino (2019), que fueron de 2,23%; 1,65% y 1,62% por el contrario, Ocaña (2019) reportó el valor de 14,86 % en harina de papa china. Las diferencias de resultados que se dan entre las investigaciones se deban posiblemente a que Ocaña no realiza el proceso de pelado del tubérculo por lo que la cáscara de papa posee fibra. La cantidad de fibra que tiene la harina de papa es elevado a diferencia de la harina de trigo que solo posee 1.4 %.

El contenido de carbohidratos fue de (A1) 84,02%; (A2) 84,24% y (A3) 84,30, siendo valores altos a lo establecido en la investigación de Bedoya (2020) con 73,72% y de Correa et al. (2019) reportaron 81,26% en harina de papa china, convirtiéndose en aporte energético desde un punto de vista nutricional. Los carbohidratos se demoran en descomponer la glucosa por lo que no existe un pico de insulina alto, además aporta una cantidad de nutrientes (Alvalos, 2021).

En cuanto al pH, los resultados estuvieron comprendidos entre 5,70 y 5,82, el análisis estadístico indica que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Los valores coinciden con lo encontrado por Klang et al. (2019), donde el pH oscilaba entre 5 a 5,90 en cinco variedades de harina de papa y son menores a lo indicado por Ocaña (2019) con pH de 5,97. En medida que disminuya el pH los microorganismos tienen condiciones más difíciles para desarrollarse y crecer. (Vivas & Morillo, 2017).

Con referencia a la acidez titulable en harinas los valores fueron de 0,01 para A1 y A2, para A3 fue de 0,09, resultados similares fueron reportados por Palomino et al. (2010) y Herrera (2016) donde los resultados oscilan entre 0,008 a 0.01 en harina de papa china.

4.2.3. Análisis sensorial, fisicoquímico, microbiológico y de textura en pan común con sustitución parcial de harina de papa.

Las tres variedades de harina de papa (súper chola, única, criolla) que fueron sustituidas parcialmente en la producción de pan común, luego que las muestras fueron sometidas a una evaluación sensorial se determinó el mejor porcentaje de inclusión es del 20 % de harina de papa, concuerda con Martínez (2020), donde su investigación reporta que el tratamiento de mayor preferencia fue con un nivel de inclusión del 20 % en cuanto a características de color, olor, sabor y textura. El tratamiento más aceptado por el panel de catadores fue A3T2 (20% harina de papa criolla) en la prueba de aceptación global y en el resto de atributos como color, olor, textura y sabor analizados estadísticamente.

Los valores obtenidos de humedad para los mejores tratamientos fueron de 17,37; 18,48%; 24,26% y 15,74%, los cuales fueron bajos a los reportados por Nazate (2019), indicó resultados de 36,84 % y 25,28 %. Se encuentra dentro de lo establecido en la norma NTE INEN 2945: 2016 donde establece un máximo de 45 % de humedad en el pan. El bajo contenido de humedad puede evitar el desarrollo de levaduras y mohos, además de extender la vida útil del producto.

En cuanto al contenido en ceniza se obtuvo valores de 1,65 (A1T2); 0,71 (A2T2); y 1,65 % (A3T2); siendo mayores para T0, y menores al reportado por Nazate (2019), quien indica un valor 2,35%, también Bertinetti (2021), reporta valores entre 1,01 y 1,75%. Se podría indicar que los datos que se obtuvieron en la investigación se encuentran dentro del rango mencionado por la Norma RM N°1020-2010/MINSA. Fabricación, elaboración, expendio de productos de panificación en galletería y pastelería donde límite máximo permisible es 3% de cenizas totales.

En lo que respecta al contenido de grasa se obtuvo 8,81 (A1T2); 7,54 (A2T2) y 8,91% (A3T2), valores inferiores a T0 (10,24 %), y lo contrario, a lo obtenido por Bertinetti (2021), quien reporto 2,3%, además Cerón et al. (2016) obtuvo 7,3 y 10,7% por lo que los datos obtenidos en esta investigación se encuentran en el rango de este estudio. La diferencia entre estos dos autores es debido a la cantidad de mantequilla utilizada. La grasa brinda un aporte significativo en cuanto a color, sabor y riqueza del producto final. En la masa la grasa inhiben la formación de cadenas largas de gluten, esto permite obtener un producto suave y blando. (Acuña, 2019).

El pH para los mejores tratamientos fue de 4,35 (A1T2); 4,60 (A2T2) y 4,61 (A3T2) %, valor inferior al obtenido por el tratamiento testigo, también Herrera (2016), indica un valor de 5.32 %, sin embargo la norma INEN 2945:2016 establece el valor de pH entre 4.3 y 7.0 en el pan. Los resultados se encuentran dentro del rango establecido en la normativa. Los valores obtenidos indican si el pan puede conservarse por más tiempo, evitando proliferación microbiana que produce los mohos.

Los resultados que se encuentran en la tabla 12 se observa que el porcentaje de proteína en el pan testigo (5,57 %) es menor en relación a los tratamientos A1T2 (5,65 %), A2T2 (5,61 %) y A3T2 (5,58 %), estos datos son menores a los indicados por Nazate (2019), el cual reporta valores de 7,27 y 19,27%, también Acuña (2019) obtuvo un valor 6,34%. Según Nazate al realizar una mezcla de harina de papa con harina de trigo en panificación da como resultado una buena complementación de aminoácidos obteniéndose una mezcla proteica de mayor calidad.

El contenido de carbohidratos del tratamiento A3T2 (67,94%) fue superior al tratamiento testigo sin embargo A1T2 (65,41) y A2T2 (61,88%) fueron menores en relación con T0 (66,41 %), los resultados son mayores a los indicados por Acuña (2019), con 53,52%; los resultados obtenidos están dentro de los rangos establecidos (61.8% -

71.8%) según el Ministerio de Salud (2014), convirtiéndose en aporte energético significativo desde un punto de vista nutricional.

El contenido de fibra fue de 1,13(A1T2); 1,11(A2T2) y 1,16(A3T2) % datos mayores en relación con el tratamiento testigo que tiene valor de 1,09%, se debe a la inclusión de harina de papa por harina de trigo. Estos valores fueron superiores a los reportado por Chirán (2015) indica un valor de 8 % en pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa nabo; por otra parte, los datos obtenidos en esta investigación se encuentran en el rango establecido por Cerón et al. (2016), entre 0,9% y 1,8%. El pan con inclusión de harina de papa favorece la digestión previniendo estreñimiento. (García, 2021).

La adhesividad de los tratamientos T0 (0,3mJ), A2T2 (0,5mJ) y A3T2 (0,3mJ) es baja en comparación a la de la muestra A1T2 se puede atribuir al uso de harina de papa, debido a que presenta una actividad baja de  $\alpha$ -amilasa que no permite que las masas se desarrollen en la etapa de horneado (Barroso, 2017); por otra parte, el valor reportado por Menéndez et al. (2021), fue de 0,91 mJ y el de Barroso (2017), fue de 1,04 mJ siendo valores superiores a los datos que se obtuvieron en esta investigación.

En lo que respecta a cohesividad los tratamientos A1T2 (0,25), A2T2 (0,24) y A3T2 (0,24) son superiores al tratamiento T0 (0,22), estos valores fueron inferiores a excepción de T0 a lo obtenido por Espino (2019) que fue de 0,25 en pan tipo dânes, por otra parte, Devi & Khatkar (2018), obtuvieron valores entre 0,40 y 0,50 en pan libre de gluten. Los valores son bajos en los tratamientos con inclusión de harina de papa, debido a la ausencia de red de gluten que sí otorga la harina de trigo (Hleap & Velasco, 2018).

En cuanto a elasticidad los valores obtenidos de los tratamientos T0 (13,47mm), A1T2 (14,03mm), A2T2 (11,79mm) y A3T2 (12,57mm) son superiores a los de Espino (2019) donde obtuvo 0,7mm y 0,8mm en sus tratamientos, sin embargo, los resultados de esta investigación son inferiores para los obtenidos por Barroso (2017), con 15,76 mm en la sustitución al 20% de harina de papa.

Referente a la masticabilidad se obtuvo 13,5 mJ (T0), 16,1 mJ (A1T2), 12,8 mJ (A2T2) y 12,6 mJ (A3T2) valores que se encuentran en el rango obtenido por Ziobro et al. (2017) que fue de 9,76 mJ y 22, 51 mJ. Por otra parte, Barroso (2017), obtuvo valores superiores en pan de caja que fue de 139,91mJ.

La dureza del pan fue de 464g (T0), 467g (A1T2 Y A3T2) y 420g (A3T2), siendo valores inferiores a los obtenidos por Barroso (2017) donde la dureza de pan de caja es de 1766g, también Espino (2019), tiene valor de 895g siendo superior en relación a los datos obtenidos en esta investigación, este atributo ha atraído mayor atención en la estimación de calidad en los productos de panificación, por lo que el consumidor asocia con la percepción sensorial de frescura y esponjosidad (Ordoñez & Osorio, 2015).

El mejor tratamiento fue A2T3 según la evaluación sensorial donde obtuvo calificación de 6 en todos sus parámetros de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global, los tratamientos A1T2 y A2T2 obtuvieron valores de 5 en todas sus características sensoriales, el tratamiento testigo obtuvo puntuaciones de 5 (color y aceptabilidad global) y 6 (olor, textura y sabor). Referente a sus características fisicoquímicas presentó valores de 15,82 % humedad, 1,65 % cenizas, 8,91 % grasa, 4,61 pH, 1,16 % fibra cruda, 5,68 % proteínas y carbohidratos 67,94 %, en relación a los valores que se obtuvo en los tratamientos A1T2, A2T2 y T0 sus resultados son superiores en cuanto a fibra, proteína y carbohidratos. El volumen del pan A2T3 con 4,24 cm fue inferior con respecto al T0 con 4,59 cm debido a que el porcentaje de sustitución de harina de papa por harina de trigo influye en el volumen del pan, sin embargo, fue superior con respecto a los tratamientos A1T2 (4,19 cm) y A2T2 (3,36 cm). En el análisis de textura el tratamiento A2T3 presentó valores de 0,3 mJ adhesividad, 0,24 cohesividad, 12,57 mm elasticidad, 12,6 mJ masticabilidad, 420 g dureza, estos resultados son inferiores con relación a los tratamientos T0, A1T2 y A2T2.

La inclusión de harina de papa aumenta el valor nutritivo, por lo que el pan de papa es comparable al de trigo integral en cuanto a fibra y nutrientes como zinc y hierro. El pan de papa tiene la ventaja sobre el pan blanco normal cuando se trata de fibra. Una rebanada de pan de papa contiene 2 gramos de fibra, según la U.S. Department of Agriculture Nutrient Database. La misma cantidad de fibra que una rebanada de pan de trigo entero, pero es casi tres veces más de lo que obtienes de una rebanada de pan blanco.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se puede inferir en aprovechar la aceptación de la inclusión de harina de papa en el pan tal resultado se mostró reflejado en la evaluación sensorial por parte de los catadores, cuyos valores indican positivamente la sustitución parcial de la harina en la formulación de pan donde el mejor tratamiento se obtuvo con la harina de papa criolla con un porcentaje de inclusión del 20 %.
- En el análisis fisicoquímico de las formulaciones del pan, se obtuvo para T0, A1T2, A2T2 y A3T2 valores de 17,37%, 18,48%, 24,26% y 15,82% para humedad; 0,41%, 1,65%, 0,71%, 1,65% de cenizas; 10,24%, 8,81%, 7,54%, 8,91% de grasa; 1,09%, 1,13%, 1,11%, 1,16% de fibra cruda; 5,57%, 5,65%, 5,61%, 5,68% de proteínas; 66,41%, 65,41%, 61,88%, 67,94% de carbohidratos y 5,46, 4,35, 4,60, 4,61 de pH. Los resultados de la evaluación sensorial indican que la mayor aceptación fue para el tratamiento A3T2 sin embargo en el análisis reológico el mejor tratamiento es A1T2.
- Los resultados que se obtuvieron en el análisis microbiológico indica que los tratamientos se encuentran dentro del límite permisible de acuerdo a la norma técnica colombiana (2006) requisitos generales para pan, en cuanto a mohos, levaduras y E. coli, por tanto, son aptos para consumir.
- Los porcentajes de sustitución evaluando las tres variedades de harina de papa influye en las características fisicoquímicas, de textura y sensoriales del pan común. Implica alteraciones en las propiedades reológicas del producto debido a que la harina de papa no posee gluten, en las químicas disminuye el contenido de humedad con la variedad de papa criolla y en las características sensoriales en apariencia, color y aceptabilidad, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Evaluar las características fisicoquímicas de la harina de papa sin pelar la cascara del tubérculo.
- Se recomienda evaluar tiempo de vida útil del pan con sustitución parcial de harina de papa.
- Realizar estudio de pre factibilidad de la harina de papa para determinar la rentabilidad a nivel industrial.
- Utilizar hidrocoloides como HPMC, CMC, goma aguar y garrofín con la finalidad de mejorar el volumen del pan.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, J. (2019). Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina sucedánea de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*) en la elaboración de pan. Colombia: Publicaciones Internacionales.
- Ayala L., Adrianzén, A., Chaupis, J., Moscol, A., & Rufino, C. (2019). Diseño del proceso productivo de gelatina como complemento alimenticio, a partir de la harina de tocosh de papa, en el distrito de Piura. *Revista Sociedad Química del Perú*, 5, 98-107.
- Avalos, A. (2021). *Alimentación de cuyes a base de harina de papa (Solanum tuberosum) de descarte como sustituto del maíz amarillo (Zea mays) más alfalfa (Medicago sativa) en la localidad de Chavinillo*. Tesis de maestría publicada. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Anchundia A. & Martillo, N. (2019). *Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de fruta de pan (Artocarpus altilis) frente a la harina de trigo (Triticum vulgare)* Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil, Ecuador.
- Arroyo, A., & Muñoz, J., (2016). *Análisis de la aplicación de la sustitución de importaciones de trigo en el Ecuador a partir del cambio en la matriz productiva*. Tesis de maestría publicada. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Blandón, L., López, L., & Jamaly, X. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus vulgaris* L. En la formulación de tortas evaluation of partial replacement OF. *Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo*, 9(1), 2413-1911.
- Barriga, X., & Callejo, J. (2017). *Pan y Salud: De los Granos Ancestrales al pan de hoy*. Grijalbo.

- Bedoya, D. (2020). *Efecto de cuatro niveles (5, 10, 15 y 20%) de harina de papa (solanum tuberosum) en la alimentación de pollos de engorde en la fase de crecimiento y acabado en el CEASA*. Tesis de maestría publicada. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador.
- Bertinetti, Y. (2021). *Sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum l.) Por harina de tocosh de papa (Solanum tuberosum) y pasta de tarwi (Lupinus mutabilis) en panificación*. Tesis de maestría publicada. Universidad Nacional Agraria de la selva. Perú.
- Barroso, M. J. (2017, 23 de marzo). Elaboración de pan de caja a partir de mezclas de harina de trigo suave y trigo duro sometidos a un proceso térmico-alcalino. Recuperado el 27 de agosto de 2022 de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.html>
- Castañón, M., Méndez, M., & Cifuentes, O. (2020). CRIA Occidente Agro cadena de la papa. *San Marcos*.
- Correa, Q., Dioses, C., Mora, M., Delgado, M., & Valarezo, G. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Alimentos*, 27(47), 49-63.
- Cerón, A., Hurtado, S., Osorio, M. & Buchely, M. (2011). Estudio de formulación de harina de patata parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de harina de trigo para panaderías. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 9(1), 105-111.
- Cordero, A. (2017). Análisis sensorial de los alimentos. *Madrid, España: AMV Ediciones*.
- Chiriboga, L. (2018). *Pan artesanal con harina de papa china (Colocasia Esculenta l.) Y trigo integral (Triticum Gestivum l.) En " Servipan Quitumbe", distrito metropolitano de Quito*. Disertacion doctoral, universidad Iberoamericana del Ecuador (UNIBE). Quito, Ecuador.
- Custodio, R. (2016). *Efecto de la inclusión de harina de papa (Solanum Tuberosum) en dietas de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y reproductivos*. Tesis de maestría publicada, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

- Domínguez, R. (2018). Trigo Clearfield y gramíneas (*L. rigidum*) resistentes a imidazolinonas. Aspectos fisiológicos, bioquímicos y moleculares.
- Espino, O. (2019). Uso de harina de papa roja (*Oxalis tuberosa*) en la elaboración de pan tipo danés (croissant), con actividad funcional, reducido en grasa saturada libre de gluten. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 3, 78-98.
- Flores, I. & Salgado, P. (2018). Rendimiento y caracterización, química, mineral, y sensorial, de tres tipos de harina de habas (vicia faba) para la elaboración de un embutido fermentado. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 7, 13-54.
- García Patiño, P. G. (2021). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare* L.) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común". UPEC.
- INEN. (2015). NTE INEN 616: *Harina de trigo. Requisitos*. Recuperado el 18 de septiembre del 2022 de <https://archive.org/details/ec.nte.1737.1991/page/n3>
- NTE INEN. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras. Recuentos en placas*. NTE INEN1529-10. Recuperado el 12 de agosto del 2022 de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1529-10-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf)
- NTE INEN. (1990). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes. Por la técnica de recuento de colonia*. NTE INEN 1529-7. Recuperado el 7 de Octubre del 2022 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-7.pdf>
- Klang, J., Tene, S., Kalamo, L., Boungo, G., Houketchang, G., Foffe, H., & Womeni, H., (2019). Efecto del blanqueo y la variedad sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y reológicas de tres harinas de patatas nuevas irlandesas (Cipira, Pamela y Dosa) cultivadas en la localidad de Dschang (región occidental de Camerún). *Heliyon*, 5 (12), e02982.
- Leiva, M., Ruiz, C., & Vílchez M. (2019, 17 de septiembre). Evaluación de harinas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en la sustitución parcial de la harina de trigo para la producción de pan, a escala de laboratorio (Tesis

doctoral). Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 18 de julio del 2022 de <http://ribuni.uni.edu.ni/3183/1/94659>.

Murillo, J. (2018). *Desarrollo y elaboración de panes precocidos y congelados, empleando varios tipos de harinas*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Ecuador.

Ministerio de Salud. (2010). R.M. No 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Lima. Perú

Menéndez, I., Vera A., & Tagle D., (2021). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de plátano maduro y cacao proveniente de agricultores asociados*. Tesis doctoral, ESPOL. FIMCP, Guayaquil, Ecuador.

Nimbriotis, A. (2018). *Desarrollo de una masa para pizza con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de arroz integral (*Oriza Sativa*)*. Tesis de maestría publicada, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador.

Nazate Nazate, L. A. (2019). Influencia de la harina de papa *solanum tuberosum* y harina de garbanzo *cicer arietinum* sobre las características estructurales y sensoriales de un pan bajo en gluten. Recuperado el 29 de octubre del 2022 de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9161>.

Ocaña, I. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados*. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ibarra, Ecuador.

Palma Rodríguez, M. T., & Soledispa Alcívar, G. L. (2018). Efecto de la Harina de papa oca en diferentes niveles en la capacidad higroscópica en una Galleta Dulce. *Revista Calceta: ESPAM*, 6, 235-277.

Ramos K. (2018). *La creación de valor económico agregado en las industrias molineras del Ecuador* (Bachelor's thesis).

- Revedin, A., Aranguren, B., & Lippi, M. (2018). La producción de harina en el Paleolítico. *Butlletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, (40), 347-352.
- Rodríguez, R. (2021). *Elaboración de dos harinas a partir de cáscaras de yuca (manihot esculenta crantz) y papa (solanum tuberosum l.) En la formulación de un alimento balanceado para porcinos en etapa de crecimiento*. Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador.
- Salvadori & Ribotta. (2019). *Cocción de productos de panificación*.
- Silva, D. (2019). *Aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrutilizados para el desarrollo de un producto de pastelería tipo muffin*. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ecuador.
- Solano., E. (2018). *Evaluación de cuatro densidades de siembra de papa (solanum tuberosum l.) variedad superchola, categoría básica, para la producción de semilla registrada, en el cantón Bolívar, Carchi* (Bachelor's thesis).
- Villalobos, G., Solano, V., & Ulloa, O. (2019). Elaboración de harina de papa con energías limpias. *Revista Ventana*, 13(1), pág-31.
- Vivas. R., & Morrillo, F. (2017). Efecto del almidón de papa y tiempo de cutterizado sobre las características físicas-químicas y organolépticas en una salchicha de calamar. *Revista Calceta: Espam*, 1, 17-22.
- Zhang, P. & Wang, L. (2017). Chemical composition and functional characteristics of dietary fiber-rich powder obtained from core of maize straw. *Food Chemistry*, 227, 383-389.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	CHULDE MARTINEZ LORENA ALEXANDRA	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402123541
PERIODO ACADÉMICO:	2022 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO	DOCENTE TUTOR:	MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE:	MSC. VANESSA ELIZABETH CADENA MAFLA		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan común"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,33	Revisar nombres científicos de las variedades de papa, Revisar fundamentación teórica
3	METODOLOGÍA	9,00	
4	RESULTADOS	9,33	
5	DISCUSIÓN	9,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,00	

Obteniendo una nota de: 8,97 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el \_\_\_\_\_ viernes, 16 de diciembre de 2022



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Lorena Alexandra Chulde Martínez

**Fecha de recepción del abstract:** 7 de noviembre de 2022

**Fecha de entrega del informe:** 7 de noviembre de 2022

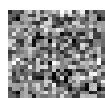
El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validó dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAFIEL ARCOS  
COORDINADOR DEL CIDEN

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Evidencias fotográficas.



**Figura 1.** Rebanado de papas.



**Figura 2.** Inmersión en ácido cítrico.



**Figura 3.** Rodajas de papas colocas en mallas antes de deshidratarlas.



**Figura 4.** Pesado de rodajas de papas deshidratadas.



**Figura 5.** Molida de rodajas de papa deshidratadas.



**Figura 6.** Molienda de papa super chola, única y yema.



**Figura 7.** Tamizado de harina de papa super chola, única y vema.



**Figura 8.** Determinación de cenizas en harinas.



**Figura 9.** Determinación de humedad en las harinas.



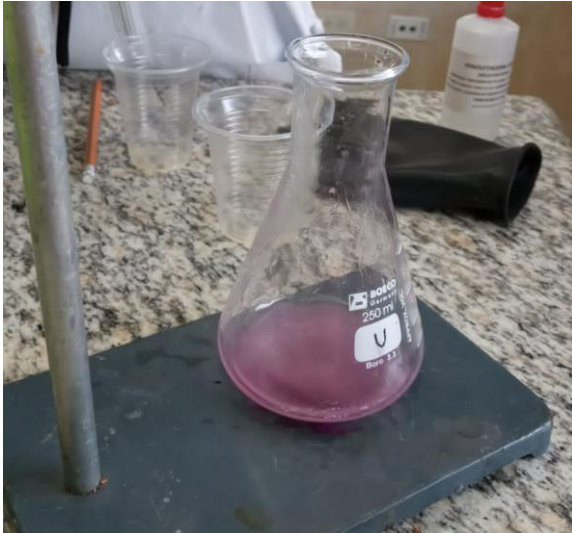
**Figura 10.** Determinación de grasas



**Figura 11.** Determinación de proteína en harinas.



**Figura 12.** Determinación de pH en harinas.



**Figura 13.** Determinación de acides titulable en harinas.



**Figura 14.** Análisis microbiológico en harinas.



**Figura 15.** Mezcla de harina de papa y harina de trigo.



**Figura 16.** Amasado de harina de papa y harina de trigo.



**Figura 17.** Horneado de el pan.



**Figura 18.** Pan de harina de papa super chola, única y yema.



**Figura 19.** Determinación de cenizas



**Figura 20.** Determinación de humedad en pan.



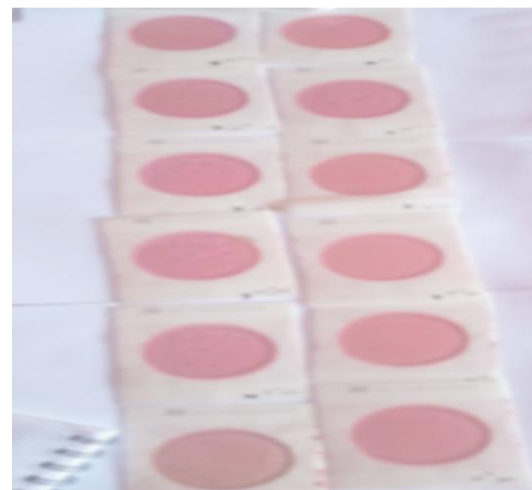
**Figura 21.** Análisis sensorial.



**Figura 22.** Determinación de grasas en el pan.



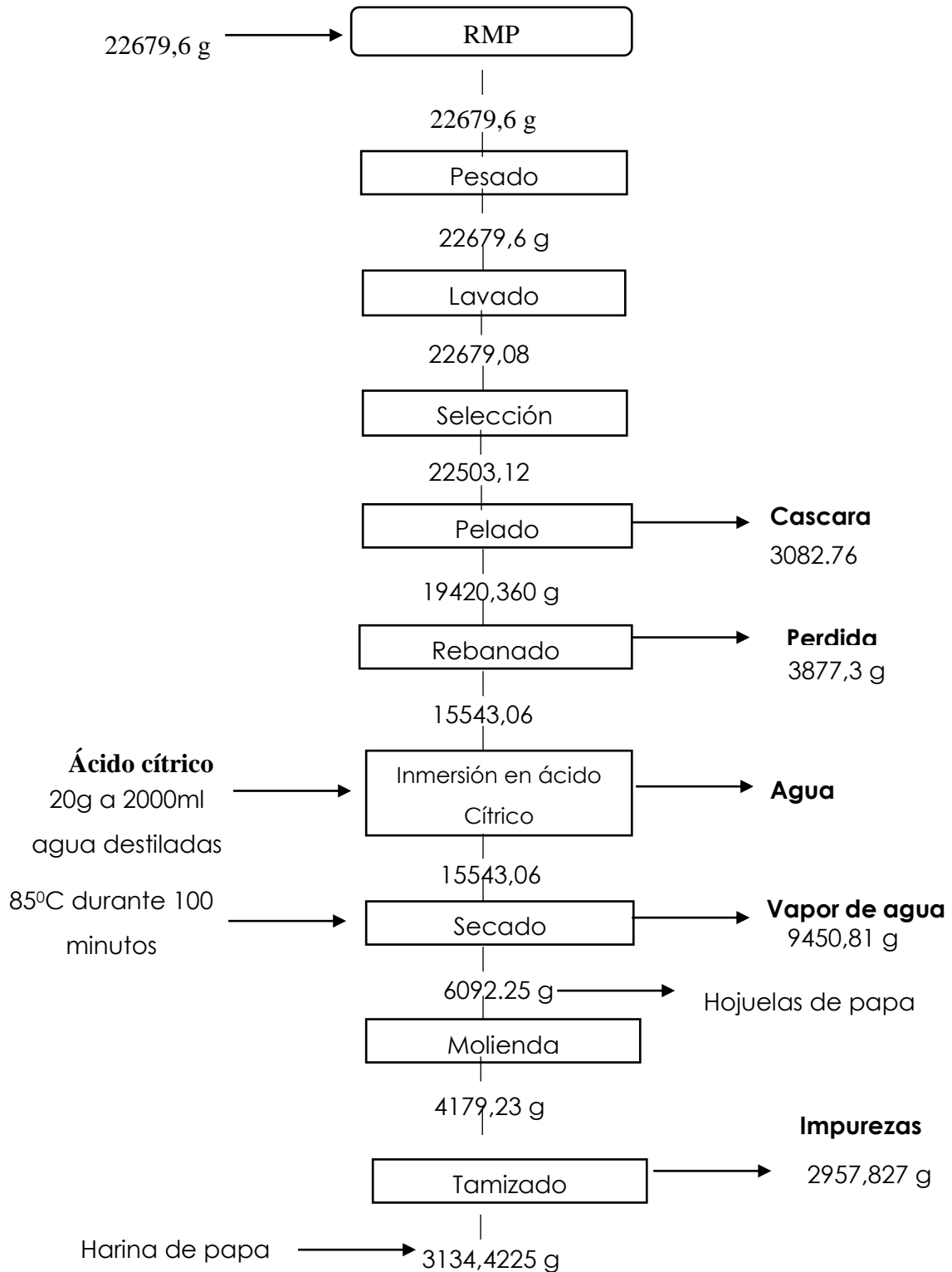
**Figura 22.** Determinación de pH en pan.



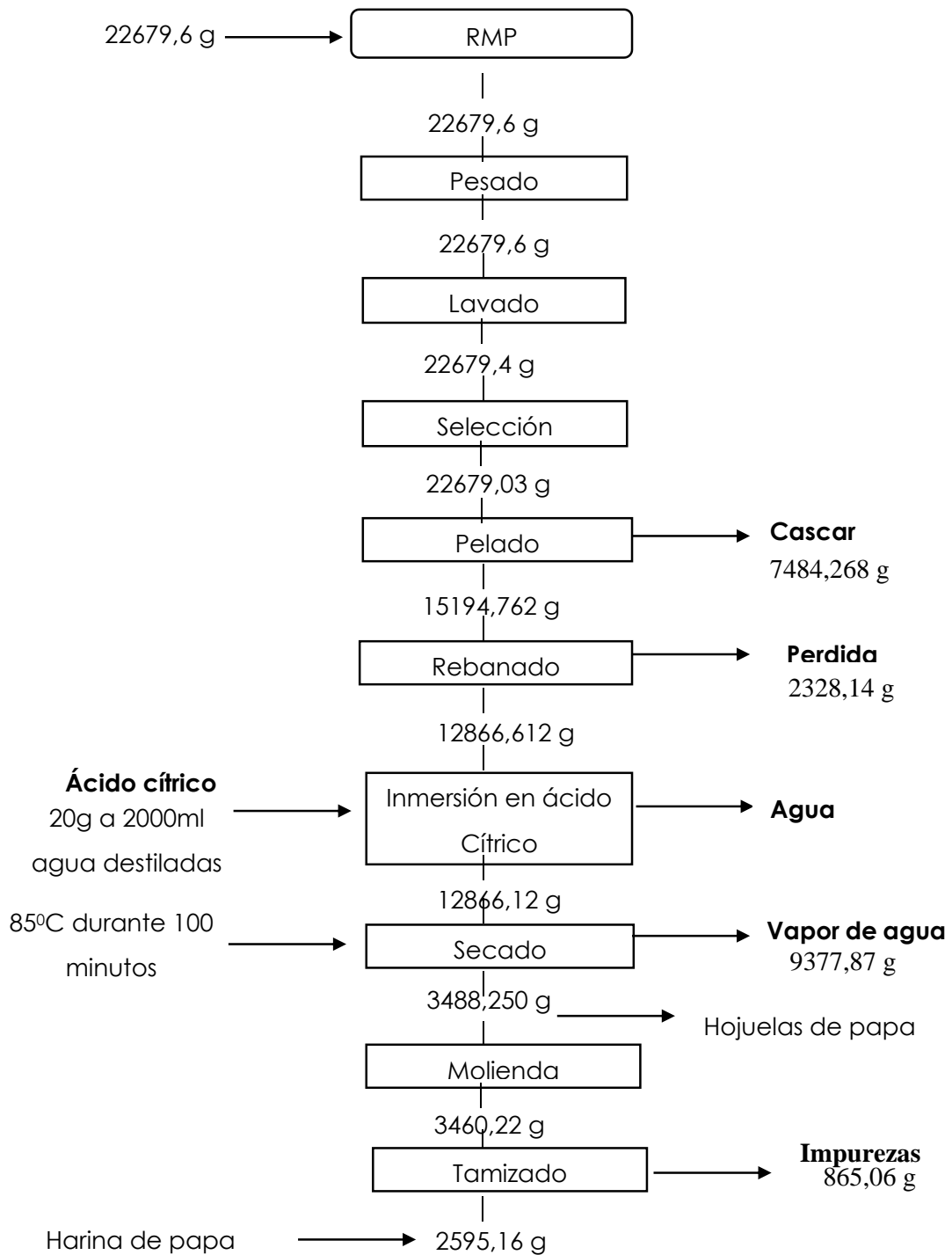
**Figura 23.** Análisis microbiológico del pan.

Anexo 4. Balance de masa de las tres variedades de papa.

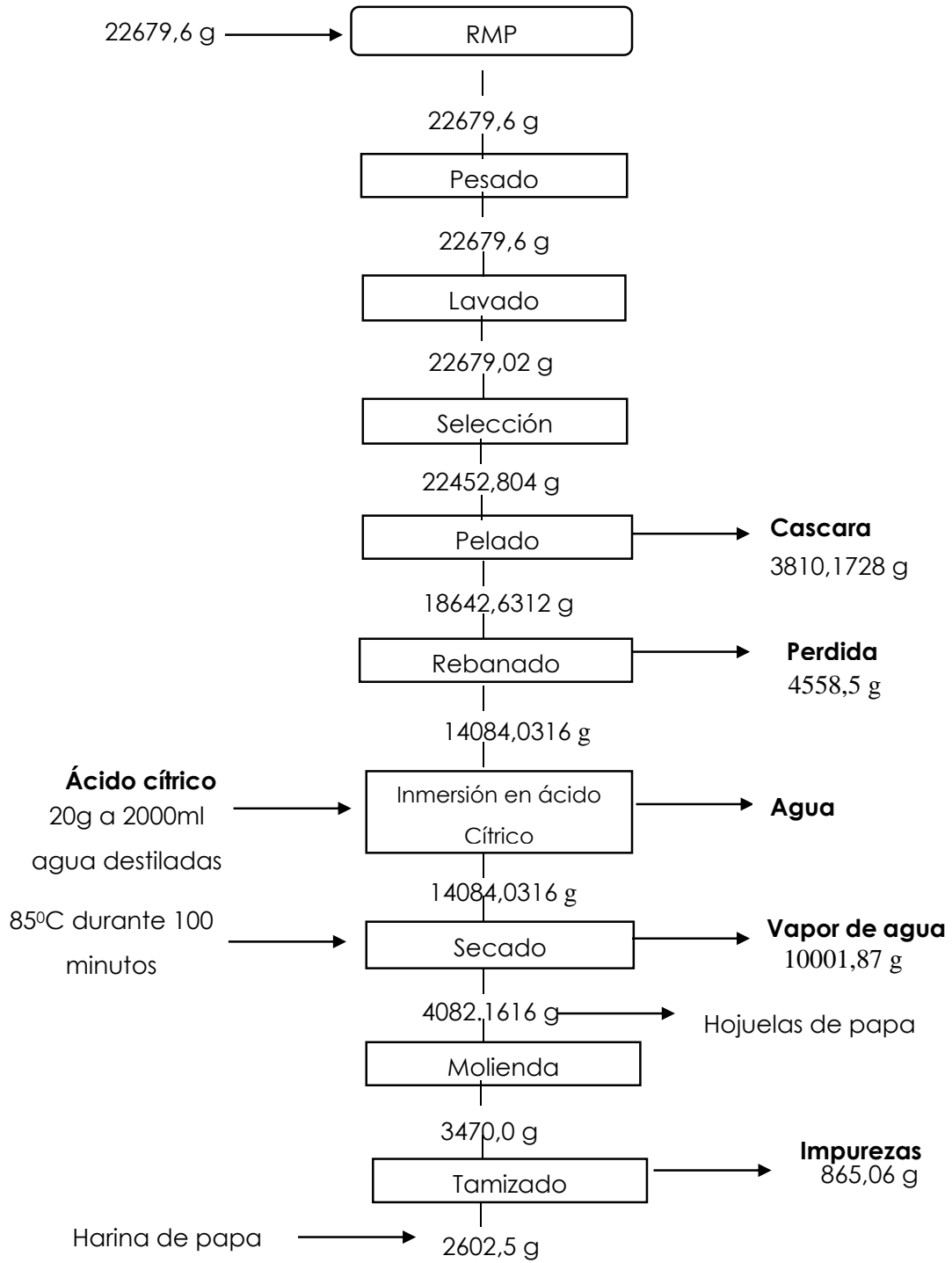
**Harina de papa súper chola**



### Harina de papa criolla



## Harina de papa única



Anexo 5. Hoja de catación del análisis sensorial primera etapa.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
 FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS  
 AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE PAN CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PAPA

**Género..... Edad..... Fecha.....**

La siguiente evaluación sensorial corresponde al trabajo de titulación, denominado “Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan”. Se obtendrán resultados que serán estrictamente confidenciales y utilizados con fines de investigación.

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan 9 muestras de pan con el contenido parcial de harina de papa. Por favor, evalúe los atributos indicados en cada una de ellas, de izquierda a derecha, indicando el grado de gusto o disgusto, utilizando los valores de tabla 1.

Tabla 1: *Escala de valores de aceptabilidad*

Aceptabilidad	Valor
Me gusta extremadamente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Tabla 2: *Análisis sensorial de pan con sustitución parcial de harina de papa*

Atributos	Muestras								
	717	923	514	680	439	653	977	623	917
Apariencia									
Color									
Olor									
Sabor									
Textura									
Aceptación global									

Comentarios.....

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Anexo 6. Hoja de catación del análisis sensorial segunda etapa

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
 FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS  
 AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE PAN CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PAPA

**Género**..... **Edad**..... **Fecha**.....

La siguiente evaluación sensorial corresponde al trabajo de titulación, denominado "Evaluación de harinas de tres variedades de papa en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de pan". Se obtendrán resultados que serán estrictamente confidenciales y utilizados con fines de investigación.

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan 9 muestras de pan con el contenido parcial de harina de papa. Por favor, evalúe los atributos indicados en cada una de ellas, de izquierda a derecha, indicando el grado de gusto o disgusto, utilizando los valores de tabla 1.

**Tabla 1:** Escala de valores de aceptabilidad

Aceptabilidad	Valor
Me gusta extremadamente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

**Tabla 2:** Análisis sensorial de pan con sustitución parcial de harina de papa

Atributos	Muestras			
	777	932	584	640
Apariencia				
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				
Aceptación global				

Comentarios.....

**...GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Anexo 7. Análisis de proteína, fibra y de textura del pan comun



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N.2: 26-2022

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitada por:	Sra. Lorena Chulde
RUC/CI:	0402123541
Dirección:	No reporta
Ciudad/Provincia:	Tuicán/Carchi
Teléfono:	0963613342
email:	lorechulde1999@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Pan de trigo (777) - pan con harina de papa (932, 584, 640)

Tipo de muestra:	Sólida
Fecha de recepción:	19 de julio de 2022
Peso/vol. declarada:	100g
Tipo de conservación:	N/A
Tipo de envase:	Funda de polietileno

Descripción:	777-932-584-640
Número de muestras:	4
Fecha de elaboración/Lote:	No aplica
Fecha de Muestreo:	No aplica
Fecha de caducidad:	No aplica

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	19 de julio de 2022
Fecha de entrega informe:	27 de julio de 2022
Código Interno	JL-19-02, JL-19-03

Resultado Químico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Método de Ensayo
		777	932	584	640	
Fibra Total	%	1.09	1.13	1.11	1.16	AOAC 962.09
Proteína Total	%	5.57	5.65	5.61	5.68	AOAC 984.13

Observaciones

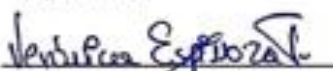
Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

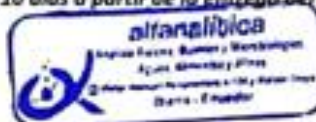
Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe

Responsable:



Dra. Verónica Espinoza Torres

Gerente General



Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá – Ibarra  
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115  
e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
 LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

0000774  
 801-740

Certificado No: 22-098

Solicitud N°: 22-098						
Fecha de recepción: 19 de agosto de 2022			Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 22 de julio de 2022			
<b>Información del cliente</b>						
Empresa:						
Representante: Lorena Chalde		C.I./RUC: 0402123541				
Dirección: San Gabriel - Carchi		Tel: 0963613342				
Ciudad: Tulcán		Email: lorechalde1999@gmail.com				
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Muestras de pan (T0: A1T2: A2T2:A3T2)			Peso/ Vol: 1000g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: Funda de polietileno			
Lote: n/a			N° de muestra: cuatro			
F. Etb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente:X		Refrigeración:		Congelación:		Almac. en Lab: n/a análisis inmediato
Cierre de seguridad: Ninguno:		Intactos:X		Rotos:		Muestreo por el cliente: 12 de julio de 2022
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados / Técnica	Metodos utilizados	Unidades	Resultados
Pan	09822195-A	A1T2	Textura (Texturómetro Brookfield)			
			Ciclo 1 dureza	Brookfield	g	467
			Adhesividad		mJ	0,3
			Cohesividad		Adimensional	0,25
			Elasticidad		mm	14,03
			Masticabilidad		mJ	16,1
Pan	09822195-B	A2T2	Textura (Texturómetro Brookfield)			
			Ciclo 1 dureza	Brookfield	g	467
			Adhesividad		mJ	0,5
			Cohesividad		Adimensional	0,24
			Elasticidad		mm	11,79
			Masticabilidad		mJ	12,8



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi. Av. Los chasquis y Río Payamino  
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador

[593] 32400987 ext. 5517; 5518 <http://laconal.uta.edu.ec> [laconal@uta.edu.ec](mailto:laconal@uta.edu.ec)



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados / Técnica	Metodos utilizados	Unidades	Resultados	
Pan	09822195-C	A3T2	Textura (Texturómetro Brookfield)				
			Ciclo 1 dureza	Brookfield	g	420	
			Adhesividad		ml	0,3	
			Cohesividad		Adimensional	0,24	
			Elasticidad		mm	12,57	
			Masticabilidad		ml	12,6	
Pan	09822195-D	TO	Textura (Texturómetro Brookfield)				
			Ciclo 1 dureza	Brookfield	g	464,0	
			Adhesividad		ml	0,6	
			Cohesividad		Adimensional	0,22	
			Elasticidad		mm	13,47	
			Masticabilidad		ml	13,5	

Conds. Ambientales: 17,4°C; 55,6%HR  
 Nota: se adjuntan 20 hojas de respaldo.

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Anlys Rincho  
 Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 16 de agosto de 2022

Nota: La muestra fue autorizada por el cliente a los resultados se aplican a la muestra y en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

Este certificado es válido únicamente para el uso que se indica y no puede ser utilizado para otros fines. Si usted desea el uso de este certificado en otros contextos, deberá obtener la autorización correspondiente. La reproducción o copia de este certificado sin el consentimiento del Laboratorio puede ser sancionada según el proceso legal pertinente.



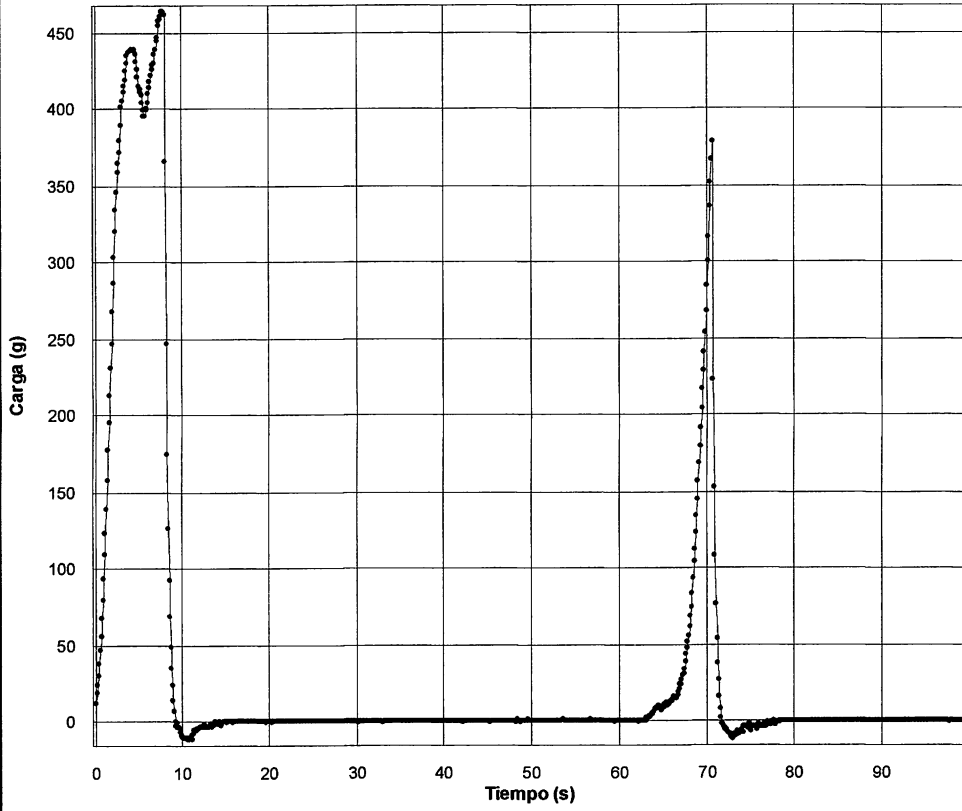
Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino  
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador

(593) 32400987 ext. 5517; 5518 <http://laconal.uta.edu.ec> [laconal@uta.edu.ec](mailto:laconal@uta.edu.ec)

## INFORME DATOS

<b><u>Descripción Muestra</u></b>	
<b>Nombre Producto:</b> PAN DE TRIGO	<b>Notas:</b>
<b>Nº lote:</b> 09822195-B	
<b>Nº muestra:</b> 1	
<b>Dimensiones:</b>	
<b>Forma:</b> Bloque	
<b>Longitud:</b> 65,00 mm	
<b>Anchura:</b> 25,00 mm	
<b>Altura:</b> 25,00 mm	
<b><u>Método Test</u></b>	
<b>Fecha:</b> 15/08/2022	<b>Hora:</b> 9:16:19
<b>Tipo de Test:</b> APT	<b>Tpo. Recuperación:</b> 5 s
<b>Objetivo:</b> 25,0 %	<b>Mismo activador:</b> Exacto
<b>Esperar t.:</b> 0 s	<b>Velocidad Pretest:</b> 2 mm/s
<b>Carga Activación:</b> 5 g	<b>Fr. Muestreo:</b> 10 puntos/seg
<b>Vel. Test:</b> 2 mm/s	<b>Sonda:</b> TA10
<b>Velocidad Vuelta:</b> 2 mm/s	<b>Elemento:</b> TA-BT-KI
<b>Contador ciclos:</b> 2	<b>Celda Carga:</b> 10000g
<b><u>Resultados</u></b>	
<b>Ciclo 1 Dureza:</b>	464 g
<b>Adhesividad:</b>	0,6 mJ
<b>Ciclo 2 Dureza:</b>	379 g
<b>Cohesividad:</b>	0,22
<b>Elasticidad:</b>	13,47 mm
<b>Masticabilidad:</b>	13,5 mJ

Brookfield Engineering Labs



Archivo Datos  
• Conj. n° 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote n° / Muestra n°  
Conj. n° 1 Datos: PAN DE TRIGO / 09822195-B / 1

## INFORME DATOS

Descripción Muestra

Nombre Producto: PAN DE TRIGO

Notas:

Nº lote: 09822195-B

Nº muestra: 2

**Dimensiones:**

Forma: Bloque

Longitud: 65,00 mm

Anchura: 25,00 mm

Altura: 25,00 mm

Método Test

Fecha: 15/08/2022

Hora: 9:20:37

Tipo de Test: APT

Tpo. Recuperación: 5 s

Objetivo: 25,0 %

Mismo activador: Exacto

Esperar t.: 0 s

Velocidad Pretest: 2 mm/s

Carga Activación: 5 g

Fr. Muestreo: 10 puntos/seg

Vel. Test: 2 mm/s

Sonda: TA10

Velocidad Vuelta: 2 mm/s

Elemento: TA-BT-KI

Contador ciclos: 2

Celda Carga: 10000g

Resultados

Ciclo 1 Dureza: 467 g

Adhesividad: 0,3 mJ

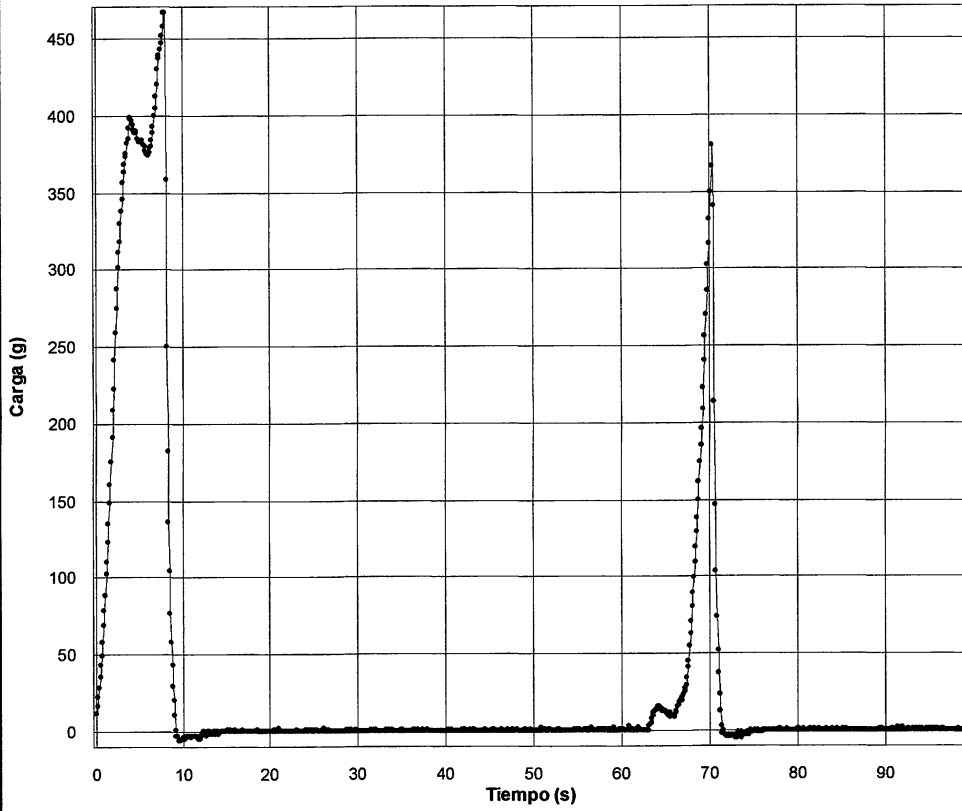
Ciclo 2 Dureza: 380 g

Cohesividad: 0,25

Elasticidad: 14,03 mm

Masticabilidad: 16,1 mJ

Brookfield Engineering Labs



Archivo Datos  
• Conj. n° 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote n° / Muestra n°  
Conj. n° 1 Datos: PAN DE TRIGO / 09822195-B / 2

## INFORME DATOS

Descripción Muestra

Nombre Producto: PAN DE TRIGO

Notas:

Nº lote: 09822195-B

Nº muestra: 3

**Dimensiones:**

Forma: Bloque

Longitud: 65,00 mm

Anchura: 25,00 mm

Altura: 25,00 mm

Método Test

Fecha: 15/08/2022

Hora: 9:22:57

Tipo de Test: APT

Tpo. Recuperación: 5 s

Objetivo: 25,0 %

Mismo activador: Exacto

Esperar t.: 0 s

Velocidad Pretest: 2 mm/s

Carga Activación: 5 g

Fr. Muestreo: 10 puntos/seg

Vel. Test: 2 mm/s

Sonda: TA10

Velocidad Vuelta: 2 mm/s

Elemento: TA-BT-KI

Contador ciclos: 2

Celda Carga: 10000g

Resultados

Ciclo 1 Dureza: 467 g

Adhesividad: 0,5 mJ

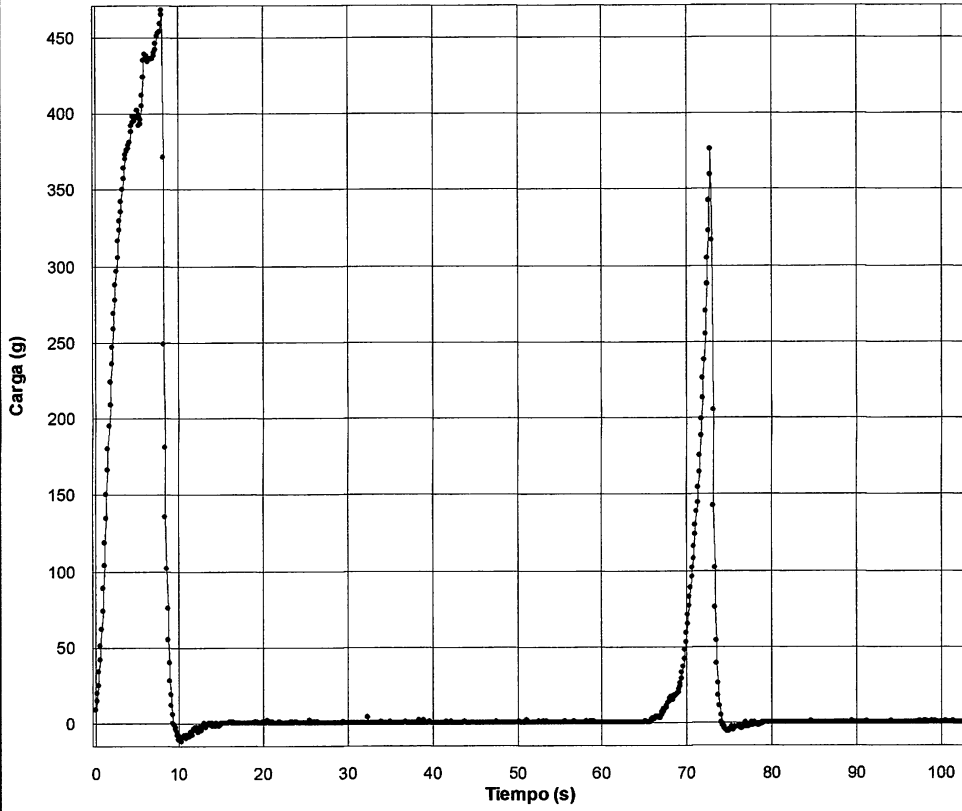
Ciclo 2 Dureza: 376 g

Cohesividad: 0,24

Elasticidad: 11,79 mm

Masticabilidad: 12,8 mJ

Brookfield Engineering Labs



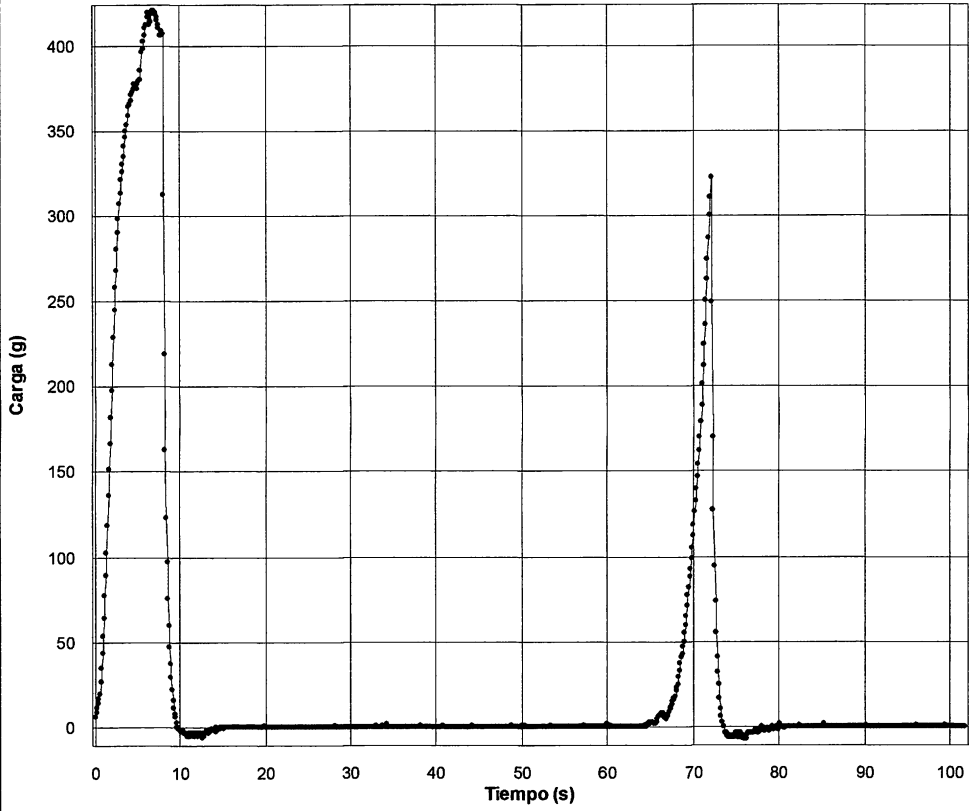
Archivo Datos  
• Conj. n° 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote n° / Muestra n°  
Conj. n° 1 Datos: PAN DE TRIGO / 09822195-B / 3

## INFORME DATOS

<b>Descripción Muestra</b>	
<b>Nombre Producto:</b> PAN DE TRIGO	<b>Notas:</b>
<b>Nº lote:</b> 09822195-B	
<b>Nº muestra:</b> 4	
<b>Dimensiones:</b>	
<b>Forma:</b> Bloque	
<b>Longitud:</b> 65,00 mm	
<b>Anchura:</b> 25,00 mm	
<b>Altura:</b> 25,00 mm	
<b>Método Test</b>	
<b>Fecha:</b> 15/08/2022	<b>Hora:</b> 9:25:36
<b>Tipo de Test:</b> APT	<b>Tpo. Recuperación:</b> 5 s
<b>Objetivo:</b> 25,0 %	<b>Mismo activador:</b> Exacto
<b>Esperar t.:</b> 0 s	<b>Velocidad Pretest:</b> 2 mm/s
<b>Carga Activación:</b> 5 g	<b>Fr. Muestreo:</b> 10 puntos/seg
<b>Vel. Test:</b> 2 mm/s	<b>Sonda:</b> TA10
<b>Velocidad Vuelta:</b> 2 mm/s	<b>Elemento:</b> TA-BT-KI
<b>Contador ciclos:</b> 2	<b>Celda Carga:</b> 10000g
<b>Resultados</b>	
<b>Ciclo 1 Dureza:</b>	420 g
<b>Adhesividad:</b>	0,3 mJ
<b>Ciclo 2 Dureza:</b>	322 g
<b>Cohesividad:</b>	0,24
<b>Elasticidad:</b>	12,57 mm
<b>Masticabilidad:</b>	12,6 mJ

Brookfield Engineering Labs



Archivo Datos  
• Conj. n° 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote n° / Muestra n°  
Conj. n° 1 Datos: PAN DE TRIGO / 09822195-B / 4

Anexo 8. Norma Técnica Ecuatoria 616. Harina de trigo. Requisitos.



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 616**  
Cuarta revisión  
2015-01

**HARINA DE TRIGO. REQUISITOS**

WHEAT FLOUR. REQUIREMENTS

---

DESCRIPTORES: Productos alimenticios, cereales, productos derivados, harina de trigo, requisitos  
ICS: 67.060

**8**  
**Páginas**

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	<b>HARINA DE TRIGO REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 616:2015 Cuarta revisión 2015-01</b>
---	---------------------------------------	--

## 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias con fecha, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier enmienda).

NTE INEN 517, *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas*

NTE INEN 520, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*

NTE INEN 521, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 525, *Determinación del bromato de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral (Método cualitativo y cuantitativo)*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

NTE INEN 1529-8, *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli*

NTE INEN 1529-10, *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios (Mod)*

NTE INEN-CODEX 193, *Norma general para los contaminantes y las Toxinas presentes en los alimentos y piensos*

NTE INEN-CODEX STAN 228, *Métodos de análisis generales para los contaminantes*

NTE INEN-ISO 712, *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia*

NTE INEN-ISO 2171, *Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración*

NTE INEN-ISO 20483, *Cereales y leguminosas. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método Kjeldahl*

NTE INEN-ISO 24333, *Cereales y productos derivados. Toma de muestras*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 11085, *Cereales, productos a base de cereales y alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa bruta y grasa total mediante el método de extracción Randall*

NTE INEN-ISO 21415-1, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 1: Determinación de gluten húmedo mediante un método manual*

NTE INEN-ISO 21415-2, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 2: Determinación de gluten húmedo por medios mecánicos*

ISO 15141-1, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 1: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en gel de sílice*

ISO 15141-2, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 2: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en bicarbonato*

Rec. TE INEN-OIML R 87, *Cantidad de producto en paquetes*

AOAC 2003.06, *Grasa bruta en piensos, granos de cereales y forrajes. Método de extracción Randall/Soxtec*

AOAC 997.02, *Contaje de mohos y levaduras en alimentos. Película seca rehidratable. (Método Petrifilm™)*

AOAC 991.14, *Coliformes y Escherichia coli. Contaje en alimentos. Película seca rehidratable (Método Petrifilm™ E. coli/Coliform)*

AOAC 2000.03, *Ocratoxina A en Cebada. Inmunoafinidad por columna de HPLC columna*

### 3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones.

**3.1 Harina de trigo.** Producto que se obtiene de la molienda de los granos de trigo. Puede o no tener aditivos alimentarios.

**3.2 Fortificación o enriquecimiento.** Adición de uno o más micronutrientes a un alimento, tanto si está como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población.

**3.3 Harina fortificada.** Harina de trigo a la que se ha adicionado vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes.

**3.4 Agentes de tratamiento de harinas.** Aditivos alimentarios que se añaden a la harina de trigo para mejorar su funcionalidad.

**3.5 Gluten.** Sustancia viscoelástica compuesta principalmente por dos fracciones proteicas (gliadina y glutenina) hidratadas.

**3.6 Leudante.** Toda sustancia química u organismo que actúa como agente de gasificación mediante la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

**3.7 Harina autoleudante.** Harina de trigo que contiene sustancias leudantes.

**3.8 Harina integral.** Harina elaborada a partir de granos de trigo que conserva el salvado y el germen.

#### 4. CLASIFICACIÓN

La harina de trigo se clasifica de acuerdo a su uso en:

- 4.1 Harina de trigo para panificación,
- 4.2 Harina de trigo para pastificios,
- 4.3 Harina de trigo para pastelería y galletería,
- 4.4 Harina de trigo autoleudante,
- 4.5 Harina de trigo para todo uso,
- 4.6 Harina de trigo integral.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Generalidades

La harina de trigo debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Estar exenta de cualquier peligro físico, químico o biológico que afecte la inocuidad del producto,
- b) Tener un olor y sabor característico del grano de trigo molido.

##### 5.2 Requisitos físicos y químicos

Para efectos de esta norma deben cumplirse los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo**

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712
Proteína (materia seca)*, mínimo	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483
Cenizas (materia seca), máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171
Acidez (expresado en ácido sulfúrico), máximo	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	NTE INEN 521

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO	
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o NTE INEN-ISO 21415-2	
Grasa (materia seca), máximo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003.06**	
Tamaño de partícula									
Pasa por un tamiz de 212 $\mu\text{m}$ , mínimo	%	95						-	NTE INEN 517
* Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo $w_N \times 5,7$ .									
** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.									

### 5.3 Ingredientes facultativos

Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:

- productos malteados con actividad enzimática, fabricados con trigo, centeno o cebada;
- gluten vital de trigo;
- harina de soja y harina de leguminosas.

NOTA: La harina de trigo puede ser tratada con enzimas como coadyuvantes tecnológicos, el nivel de uso debe estar de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación, BPF.

### 5.4 Aditivos alimentarios

5.4.1 La harina de trigo debe cumplir con el nivel máximo permitido de los aditivos y de los agentes de tratamiento de harinas, conforme a lo establecido en la NTE INEN-CODEX 192.

#### 5.4.2 Bromato de potasio

En la harina de trigo no se admite el uso de bromato de potasio. La determinación debe realizarse según la NTE INEN 525, cuyo resultado debe ser "ausencia".

### 5.5 Sustancias de fortificación

La harina de trigo debe fortificarse conforme al "Reglamento de fortificación y enriquecimiento de la harina de trigo en el Ecuador para la prevención de las anemias nutricionales" y sus reformas vigentes.

Los métodos de ensayo para determinar las sustancias de fortificación en la harina de trigo, utilizados con fines de control de calidad, se muestran en el apéndice Y.

### 5.6 Requisitos microbiológicos

La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo**

REQUISITO	UNIDAD	Caso	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
<i>E. Coli</i>	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

donde

- n Número de muestras del lote que deben analizarse,
- c Número de muestras defectuosas aceptables,
- m Límite de aceptación,
- M Límite de rechazo.

### 5.7 Contaminantes

La harina de trigo debe ser elaborada con granos de trigo que cumpla los niveles máximos de contaminantes establecidos en la Tabla 3 y Tabla 4, según la NTE INEN-CODEX 193.

**TABLA 3. Metales pesados en granos de trigo**

Metal	Nivel máximo mg/kg
Cadmio	0,2
Plomo	0,2

El análisis de contaminantes para fines de control de calidad puede realizarse de acuerdo a los métodos indicados en la NTE INEN-CODEX STAN 228.

**TABLA 4. Micotoxinas en granos de trigo**

Micotoxina	Nivel máximo µg/kg
Ocratoxina A	5

El análisis de ocratoxina A puede realizarse de acuerdo a las ISO 15141-1 o ISO 15141-2. El método AOAC 2000.03 puede ser utilizado para fines de control de calidad.

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

Las muestras que se tomen para el ensayo pueden realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 24333 y para la determinación de la cantidad de muestras puede realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 2859-1.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> <b>NTE INEN 616</b> <b>Cuarta revisión</b>	<b>TÍTULO: HARINA DE TRIGO. REQUISITOS</b>	<b>Código ICS: 67.060</b>
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2005-12-14 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 06-024 de 2006-01-12 publicado en el Registro Oficial No. 195 de 2006-01-25  Fecha de iniciación del estudio: 2014-04-07	
Fechas de consulta pública: 2014-07-23 al 2014-08-07		
<b>Comité Técnico de: Cereales y leguminosas</b>		
Fecha de iniciación: 2014-08-06		Fecha de aprobación: 2014-10-08
Integrantes del Comité:		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Erika Mosquera (Presidenta)	LA INDUSTRIA HARINERA S.A.	
Alejandro Jaramillo	MODERNA ALIMENTOS S.A.	
Álvaro Mayorga Chávez	MODERNA ALIMENTOS S.A.	
Andrés Guerrón	CORPORACIÓN SUPERIOR	
Angélica Murillo	MOLINOS POULTIER S.A.	
Carolina Zambrano	TIOSA	
Clara Benavides	GRANOTEC	
Emiliano Zapata	MODERNA ALIMENTOS S.A.	
Fanny Fernández Guamán	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA	
Héctor Recalde	MOLINOS MIRAFLORES S.A.	
José Modesto Ponce	ASEORIA TÉCNICA	
Katherine Carrera	MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD	
Lucía Navas	AGENCIA NACIONAL DE REGULACIÓN Y VIGILANCIA SANITARIA	
Marcela Balseca	SUCESORES DE JACOBO PAREDES S.A (TOSCANA)	
Medardo Garcés	INDUSTRIAS CATEDRAL S.A.	
Mireya Moya	MOLINOS ROYAL	
Paulina Arias Machado	MODERNA ALIMENTOS S.A.	
Víctor Campos	3M ECUADOR	
Margoth Casco (Secretaría Técnica)	SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	
Otros trámites: Esta norma NTE INEN 616:2015 (Cuarta revisión) reemplaza a la NTE INEN 616:2006 (Tercera revisión)		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 14497 de 2014-12-04 Registro Oficial No. 417 de 2015-01-15		

**NORMA TÉCNICA  
COLOMBIANA**

**NTC  
1363**

2005-10-26

---

**PAN.  
REQUISITOS GENERALES**



E: BREAD. GENERAL REQUIREMENTS

---

CORRESPONDENCIA:

---

DESCRIPTORES: productos de molinería - pan; pan común – requisitos.

---

I.C.S.: 67.060.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)  
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

---

Prohibida su reproducción

Segunda actualización  
Editada 2005-11-08

## PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

**ICONTEC** es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1363 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2005-10-26.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 50 Productos de Molinería.

BAALBEK	HARINERA DEL VALLE S.A.
BIANÁLISIS LTDA.	INDACOL / ANIPAN ASOCIACIÓN
BISCOCHERÍA Y PANADERÍA PANISAN	INDUSTRIAL DE LA PANADERÍA Y
CAFAM	ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS
CARULLA VIVERO S.A.	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS NOEL - S.A.
CENALPAN LTDA.	INDUSTRIA PANIFICADORA AMAPOLITA
COLDAENZIMAS LTDA.	INDUSTRIA PANIFICADORA NUESTRO
COMESTIBLES LA 80	PAN
CONALPAN LTDA.	INDUSTRIA SANTA CLARA LTDA.
DALBERT INTERNATIONAL DE	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KAREN
COLOMBIA S.A.	LTDA.
DELICOL S.A.	MOLINO EL LOBO LTDA.
DIETESA S.A.	PANADERÍA NUESTRO PAN
DISTRACEITES S.A.	PANADERÍA NÉCTAR
ENZIPÁN DE COLOMBIA LTDA.	PANIFICADORA GIRARDOT
FEDERACIÓN NACIONAL DE	PANIFICADORA PANISAN
MOLINEROS DE TRIGO.	PROCOHARINAS LTDA.
GENERAL MILLS DE COLOMBIA S.A.	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

AREPA LISTA LTDA.	CARREFOUR COLOMBIA SEDE
AREPAS DE LA FINCA	CENALPAN LTDA.
AREPAS EL ANTOJO	COLOMBINA S.A.
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES	COMPAÑÍA INDUSTRIAL DE CEREALES S.A.
BAALBEK	

**PAN.  
REQUISITOS GENERALES**

**1. ALCANCE**

Esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo para el pan.

**2. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 267:1998, Harina de trigo.

NTC 282:1986, Métodos de ensayo para la harina de trigo.

NTC 440, Productos alimenticios. Método de ensayo.

NTC 668, Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda.

NTC 4132, Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C.

NTC 4458, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Guía general para el recuento de coliformes. Técnica de recuento de colonias.

NTC 4491-1:2005, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Preparación de muestras de prueba, suspensiones iniciales y diluciones decimales para el análisis microbiológico - parte 1. Reglas generales para la preparación de la suspensión inicial y de diluciones decimales.

NTC 4574, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Guía general sobre métodos para detección de *Salmonella*.

NTC 4679, Microbiología. Guía general para el recuento de *Bacillus cereus*. Técnica del recuento de colonias.

---

## **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)**

---

NTC 4779, Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positivo - *Staphylococcus aureus* y otras especies.

GTC 99: 2004, Guía para la selección de un plan, un esquema o un sistema de muestreo para aceptación en la inspección de ítemes individuales en lotes.

NTC-ISO 2859-1: 2002, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo determinados por el Nivel Aceptable de Calidad (NAC) para inspección lote a lote.

NTC-ISO 2859-2: 1994, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 2. Planes de muestreo determinados por la Calidad Límite (CL) para la inspección de un lote aislado

NTC-ISO 2859-3:1994, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 3. Procedimientos de muestreo intermitentes.

NTC-ISO 3951:1995, Procedimientos de muestreo y gráficas de inspección por variables para porcentaje no conforme.

### **3. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN**

#### **3.1 DEFINICIONES**

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes:

##### **3.1.1**

###### **pan**

producto alimenticio resultante de la fermentación y horneado de una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente.

##### **3.1.2**

###### **esponja**

masa con previo reposo que interviene en el proceso de panificación cuya apariencia es similar a una esponja.

##### **3.1.3**

###### **corteza**

parte externa de un producto horneado con características de color, resistencia, grosor y consistencia propias del producto.

##### **3.1.4**

###### **miga**

parte interna de un producto horneado caracterizado por una estructura porosa.

##### **3.1.5**

###### **fragilidad**

atributo mecánico de textura relacionado con la cohesión, y con la fuerza necesaria para romper un producto en migajas o pedazos. Se evalúa aplicando una fuerza brusca a un producto colocado entre los dientes (incisivos) o los dedos.

**3.1.6**  
**desmonoradizo**  
**“crumbly”**

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad bajo. Por ejemplo: panes fabricados con polvo de horneado (pan coco).

**3.1.7**  
**crocante**  
**“crunchy”**

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad nivel moderado. Ejemplo: pan tostado.

**3.1.8**  
**crujiente**  
**“crispy”**

adjetivo correspondiente al nivel de fragilidad nivel alto. Ejemplo: corteza del pan francés

**3.1.9**  
**dureza**  
**“hardness”**

atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para lograr una deformación o penetración dada en un producto. En la boca, se percibe al comprimir el producto entre los dientes (para productos sólidos) o entre la lengua y el paladar (para productos semisólidos).

**3.1.10**  
**blando**  
**“soft”**

adjetivo correspondiente a un nivel de dureza bajo en pan. Ejemplo: pan tajado o pan dulce.

**3.1.11**  
**duro**  
**“hard”**

adjetivos correspondiente a un nivel de dureza alto en pan. Ejemplo: panes de corteza.

## **3.2 CLASIFICACIÓN**

### **3.2.1 Según su sabor, el pan se clasifica en:**

**3.2.1.1** Pan de sal: pan en el que tanto en su masa como en su relleno predomina el sabor de sal.

**3.2.1.2** Pan de dulce: pan en el que tanto en su masa como en su relleno predomina el sabor dulce.

### **3.2.2 Por la textura, el pan se clasifica en:**

#### **3.2.2.1 Panes blandos**

Panes que se caracterizan por su contenido alto de humedad y la suavidad en toda su estructura.

#### **3.2.2.2 Panes de corteza crujiente**

Panes de nivel de fragilidad alto, caracterizados por poseer cortezas delgadas, duras al tacto.

### **3.2.2.3 Panes tostados**

Panes de nivel de fragilidad moderado, que se caracterizan por tener bajo contenido de humedad, con toda su estructura crocante.

### **3.2.2.4 Panes hojaldrados**

Panes que presentan una estructura de capas finas, sobrepuestas, y cuyo contenido de grasa es alto.

### **3.2.2.5 Panes con fibra**

Panes que contienen fibra proveniente de diferentes vegetales, por ejemplo: cereales como el trigo, leguminosas u oleaginosas.

### **3.2.3 Por proceso de mezcla, el pan se clasifica en:**

(Véase el diagrama de proceso de panes en el Anexo A, informativo.)

#### **3.2.3.1 Panes de proceso directo**

Panes cuya mezcla y fermentación de ingredientes se realiza en una sola etapa.

#### **3.2.3.2 Pan de proceso por esponja**

Panes cuya mezcla de ingredientes se realiza en dos etapas con fermentaciones independientes.

### **3.2.4 Panes para regímenes especiales**

Por panes para regímenes especiales se entienden los elaborados o preparados especialmente para satisfacer necesidades particulares de la alimentación humana. La composición de tales panes debe ser fundamentalmente diferente de la composición de los panes comunes de naturaleza análoga. Ejemplos de estos, son panes multicereales, sin levadura, sin azúcar, integrales, bajos en grasa, etc.

## **4. REQUISITOS GENERALES**

- 4.1** En el pan la parte superior y las partes laterales de la corteza, no deben tener ampollas.
- 4.2** El color debe ser uniforme de dorado o ligeramente moreno. La corteza no debe estar quemada, ni tener hollín o materia extraña alguna.
- 4.3** La miga debe ser elástica porosa y uniforme, no debe ser pegajosa ni desmenuzable.
- 4.4** El olor y el sabor deben ser los característicos a su formulación y acordes con su clasificación.
- 4.5** El pan debe estar bien horneado y cocido, libre de olores y sabores desagradables.
- 4.6** Se permite la adición de harina de otros cereales, oleaginosas y tubérculos que hayan sido procesados de manera que sean aptos para alimentación humana.

## NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

**4.7** No se permite la adición de colorantes y otros aditivos diferentes a los aprobados por la legislación nacional vigente o el *Codex Alimentarius*, ni ningún otro componente que afecte la salud.

### 5. REQUISITOS ESPECÍFICOS

**5.1** Los diferentes tipos de pan deben cumplir con los requisitos que aparecen en la Tabla 1.

NOTA Los requisitos indicados en la Tabla 1 tienen en cuenta que todos los ingredientes que constituyen las fórmulas, están calculados con base en 100 g de harina.

**5.2** Por formulación, para su elaboración, los panes de sal deben tener como mínimo 1,5 g y máximo 2,5 g de sal en 100 g de harina.

**5.3** Por formulación, para su elaboración, los panes dulces deben tener como mínimo 15 g y máximo 30 g de azúcar, melaza, panela u otro edulcorante en 100 g de harina.

**5.4** El pH del pan lo define el proceso y su formulación, debe estar acorde con el tipo y la expectativa de su vida útil. Debe medirse inmediatamente después del horneado y, como valor mínimo, debe estar en 4,8 y como valor máximo en 6,0, excepto los panes para regímenes especiales o rellenos.

**5.5** Para el pan de sal el valor mínimo es de 0 y máximo 14 % de azúcar contenido en g/100g de harina. Para el pan dulce el valor mínimo es de 15 y máximo 30 % de azúcar contenido en g/100g de harina.

Tabla 1. Requisitos del pan

Requisito	Pan blando		Pan de corteza		Pan tostados		Panes hojaldrados		Panes con fibra	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Grasa (g/100 g de harina)	6,0	18	-	4,0	-	12	20	40	-	-
Humedad, en % m/m	20	40	20	30	-	10	20	30	-	-
Fibra cruda, en %	-	-	-	-	-	-	-	-	15	30
Proteínas en %.	9	-	9	-	9	-	9	-	9	-

### 5.6 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

**5.6.1** Los requisitos para el pan sin relleno son los siguientes:

Requisitos microbiológicos en pan agentes microbianos	Límite por g			
	n	c	m	M
Mohos y Levaduras (UFC/g)	3	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>

---

## NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

---

5.6.2 Los requisitos para pan con relleno, con coberturas o ambos, son:

Requisitos microbiológicos en pan Agentes microbianos	Límite por g			
	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	3	2	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positivos (ufc/g)	3	2	0	0
<i>Salmonella</i> en 25g	3	0	0	---
Mohos y Levaduras UFC/g	3	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Bacillus cereus</i> UFC/g	3	1	10	10 <sup>2</sup>

en donde

n	=	tamaño de la muestra
m	=	índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad
M	=	índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
c	=	número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.

## 6 TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DEL PRODUCTO

### 6.1 TOMA DE MUESTRAS

La muestra de pan debe tomarse cuando su temperatura interna, sea igual a la temperatura ambiente.

Los planes de muestreo se podrán acordar entre las partes según lo establecido en la GTC 99, NTC-ISO 2859-1, NTC-ISO 2859-2, NTC-ISO 2859-3 y la NTC-ISO 3958.

### 6.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, de acuerdo con los criterios de aceptación o rechazo definidos por las partes en el plan de muestreo seleccionado (numeral 6.1), se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos.

Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

## 7 MÉTODOS DE ENSAYO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

### 7.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA ANÁLISIS DEL PAN

Según el tipo de análisis, se deben tomar las muestras representativas. Para la toma de muestra del pan como producto terminado, se debe tener en cuenta lo indicado en la NTC 4491-1.

### 7.2 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli*.

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4458.