

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco”

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

AUTORA: Bernal Ibjés Clara Ibeth

TUTOR: MSc. Burbano Pulles Marco Rubén, PhD.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Bernal Ibujés Clara Ibeth, con el número de cédula 040187794-9 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco"

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.

MSc. Burbano Pulles Marco Rubén, PhD.

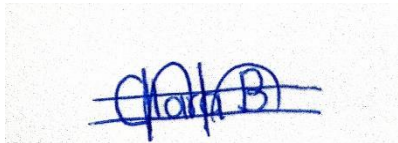
TUTOR

Tulcán, enero de 2025

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, Bernal Ibjés Clara Ibeth con cédula de identidad número 040187794-9 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 handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Clara B', with a horizontal line drawn through it.

Bernal Ibjés Clara Ibeth

AUTORA

Tulcán, enero de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Bernal Ibijés Clara Ibeth declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco" eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Clara B', is centered on a white rectangular background.

Bernal Ibijés Clara Ibeth

AUTORA

Tulcán, enero de 2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, le rindo homenaje por su gracia y guía durante este arduo proceso. Este trabajo no sería posible sin su presencia constante en mi vida, y por eso le ofrezco mi más sincero agradecimiento.

A mis padres por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificio. Cada paso que he dado en este camino ha sido posible gracias a su incansable aliento y guía.

A mi linda Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a la carrera de Ingeniería en alimentos por brindarme la oportunidad de embarcarme en este apasionante viaje académico.

A mi tutor, PhD. Marco Burbano, por su paciencia y orientación para que logre terminar la investigación con éxito.

A mis queridos hermanos Jonathan Bernal y Gioconda Bernal, por sus palabras de ánimo, gestos de cariño, ustedes siempre han estado ahí para escucharme, motivarme y recordarme que puedo superar cualquier obstáculo que se presente en mi camino.

En fin, a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento y desarrollo, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Este logro no solo es mío, sino de todos ustedes, quienes han compartido este viaje conmigo y han hecho posible este sueño.

Con todo mi amor y gratitud.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico a Dios como expresión de gratitud por brindarme fortaleza y sabiduría para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles en los que estuve al borde de caer.

Se lo dedico con mucho cariño y amor a mis padres JOSÉ BERNAL Y NATALIA IBUJES a quienes les debo toda mi vida, aprecio profundamente el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos hábitos y valores, elementos fundamentales que me han permitido superar los momentos más desafiantes de mi vida buscando siempre lo mejor.

Clara Bernal.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
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	22
2.2.1. Tipos de cereales	22
2.2.2. Tipos de harinas	24
2.2.3. Características de la harina de trigo	24
2.2.4. Harina de cebada	28
2.2.5. Harina de malta activada	28
2.2.6. Tipos de pan	30
2.2.7. Componente biotecnológico de las masas fermentadas	32
III. METODOLOGÍA	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	33
3.1.1. Enfoque	33
3.1.2. Tipo de Investigación	33
3.2. HIPÓTESIS	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	34

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	35
3.4.1. Proceso de obtención de harina de malta activada.....	35
3.4.2. Proceso de elaboración del pan de harina de malta activada.	37
3.4.3. Mediciones Experimentales	39
3.4.4. Determinación de pH.....	39
3.4.5. Humedad	39
3.4.6. Análisis de textura.....	39
3.4.7. Análisis microbiológico	39
3.4.8. Análisis sensorial.....	40
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
3.5.1. Diseño Experimental.....	41
3.5.2. Formulaciones	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. RESULTADOS	44
4.1.1 Resultados fisicoquímicos.....	44
4.1.2 Resultados sensoriales	46
4.1.3 Resultados texturales	49
4.1.4 Resultados microbiológicos	51
4.2. DISCUSIÓN	53
4.2.1 Resultados fisicoquímicos.....	53
4.2.2 Resultados sensoriales.....	54
4.2.3 Análisis de características texturales.....	54
4.2.4 Resultados microbiológicos	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. RECOMENDACIONES	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la cebada	28
Tabla 2. Composición química de la cebada	29
Tabla 3. Composición química de la harina de malta activada	32
Tabla 4. Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 5. Escala hedónica para la evaluación sensorial.....	40
Tabla 6. Combinaciones de la formulación del pan.....	41
Tabla 7. Composición porcentual de las materias primas	41
Tabla 8. Prueba de Shapiro-Wilk para humedad.....	44
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para humedad.	44
Tabla 10. Prueba de Dunn para humedad.....	44
Tabla 11. Prueba de Shapiro-Wilk para pH.....	45
Tabla 12. Prueba de Kruskal Wallis para pH.	45
Tabla 13. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de color.....	46
Tabla 14. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de color.	46
Tabla 15. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de olor.....	46
Tabla 16. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de olor.....	47
Tabla 17. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de sabor.....	47
Tabla 18. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de sabor.	47
Tabla 19. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de consistencia.	48
Tabla 20. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de consistencia.	48
Tabla 21. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de aceptación global.....	48
Tabla 22. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de aceptación global.....	49
Tabla 23. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para dureza.....	49
Tabla 24. Prueba de Kruskal Wallis para dureza	49
Tabla 25. Prueba de Dunn para dureza	50
Tabla 26. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para elasticidad.....	50
Tabla 27. Prueba de Kruskal Wallis para elasticidad.....	50
Tabla 28. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para adhesividad	50
Tabla 29. Prueba de Kruskal Wallis para adhesividad.....	51
Tabla 30. Resultados microbiológicos	51
Tabla 31. Cuadro comparativo de las características evaluadas.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la harina de malta activada.	36
Figura 2. Diagrama de flujo de obtención del pan blanco.	38
Figura 3. Diagrama de caja y bigote para humedad.	45
Figura 4. Recepción de materia prima.....	66
Figura 5. Limpieza y selección de la cebada.....	66
Figura 6. Proceso de remojo.....	66
Figura 7. Germinado.....	66
Figura 8. Secado.....	67
Figura 9. Molienda.....	67
Figura 10. Tamizado.....	67
Figura 11. Empacado.....	67
Figura 12. Materia prima.....	67
Figura 13. Pesado.....	67
Figura 14. Dosificado.....	68
Figura 15. Pre- mezclado.....	68
Figura 16. Amasado.....	68
Figura 17. Fermentado.....	68
Figura 18. Moldeado.....	68
Figura 19. Horneado.....	68
Figura 20. Enfriado.....	69
Figura 21. Empacado y almacenado.....	69
Figura 22. Determinación de humedad.....	71
Figura 23. Determinación de pH.....	71
Figura 24. Prueba sensorial.....	71
Figura 25. Análisis microbiológico.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Acta de la sustentación de predefensa del TIC.....	64
Anexos 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	65
Anexos 3. Obtención de harina de malta activada.....	66
Anexos 4. Elaboración del pan blanco.....	67
Anexos 5. Hoja de cata.....	70
Anexos 6. Análisis fisicoquímicos.....	71

Anexos 7. Evaluación sensorial.....	71
Anexos 8. Análisis microbiológico	72
Anexos 9. Resultados de textura T0	73
Anexos 10. Resultados de textura T1	74
Anexos 11. Resultados de textura T2	75
Anexos 12. Resultados de textura T3	76
Anexos 13. Resultados de textura T4	77
Anexos 14. Resultados de textura T5	78
Anexos 15. TE INEN 616: 2015 Harina de trigo. Requisitos.	79
Anexos 16. NTE INEN 2945: 2016 Pan. Requisitos.	86
Anexos 17. Norma técnica colombiana para pan.....	89

RESUMEN

A pesar del significativo potencial industrial y nutricional de la cebada (*Hordeum vulgare*) en Ecuador, su aplicación y la de sus derivados permanece subutilizada. Esta investigación evaluó la viabilidad tecnológica de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada en la formulación de pan blanco. Se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado, evaluando seis niveles de sustitución (0%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%) con tres repeticiones por tratamiento (n=18). Los parámetros fisicoquímicos revelaron que la humedad ($24,29 \pm 1,79\%$) y el pH ($5,98 \pm 0,07$) se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la norma INEN 2945. El análisis del perfil de textura instrumental evidenció una variación en la dureza entre 5,87 N (T0) y 13,24 N (T5), mientras que la elasticidad se mantuvo estable en un rango de 8,76 mm (T5) a 8,94 mm (T3), sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). La adhesividad presentó valores nulos en todos los tratamientos, exceptuando T5 que registró 0,1, una variación mínima sin impacto significativo en la calidad global del producto. La evaluación sensorial determinó que T0 obtuvo la mayor aceptabilidad, aunque T1 mostró características estadísticamente equivalentes. El análisis microbiológico confirmó el cumplimiento de la norma NTC 1363, con recuentos inferiores a 10 UFC para mohos y levaduras en todos los tratamientos, validando su inocuidad. Se concluye que el tratamiento T0 exhibe el mejor desempeño global, demostrando conformidad con los estándares fisicoquímicos, características texturales óptimas y superior aceptabilidad sensorial en todos los atributos evaluados. El tratamiento T1 emerge como una alternativa viable, presentando un balance satisfactorio entre propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales.

Palabras claves: panificación, harina de malta activada, harina de trigo

ABSTRACT

Despite the significant industrial and nutritional potential of barley (*Hordeum vulgare*) in Ecuador, its application and that of its derivatives remains underutilized. For instance, this research evaluated the technological feasibility of partially substituting wheat flour (*Triticum*) with activated malt flour in the formulation of white bread. A completely randomized experimental design was implemented, evaluating six substitution levels (0%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%) with three repetitions per treatment (n=18). Furthermore, physicochemical parameters revealed that moisture content ($24.29 \pm 1.79\%$) and pH (5.98 ± 0.07) remained within the limits established by the INEN 2945 standard. Instrumental texture profile analysis showed a variation in hardness between 5.87 N (T0) and 13.24 N (T5), while elasticity remained stable within a range of 8.76 mm (T5) to 8.94 mm (T3), with no statistically significant differences ($p > 0.05$). Moreover, adhesiveness showed null values in all treatments, except for T5 which recorded 0.1, a minimal variation with no significant impact on the overall product quality. Likewise, sensory evaluation determined that T0 had the highest acceptability, although T1 showed statistically equivalent characteristics. Finally, microbiological analysis confirmed compliance with the NTC 1363 standard, with counts below 10 CFU for molds and yeasts in all treatments, validating its safety. It is concluded that treatment T0 exhibits the best overall performance, demonstrating compliance with physicochemical standards, optimal textural characteristics, and superior sensory acceptability in all evaluated attributes. Treatment T1 emerges as a viable alternative, presenting a satisfactory balance between physicochemical, textural, and sensory properties.

Keywords: breadmaking, activated malt flour, wheat flour

INTRODUCCIÓN

López (2009) señala que la panificación es una industria muy antigua que aún sigue desempeñando un papel importante en la alimentación mundial. Desde épocas pasadas el pan ha sido el alimento básico en la dieta de las personas, aunque en la actualidad los procesos de panificación han ido evolucionando, adaptándose a las demandas de los consumidores.

En el Ecuador el procesamiento de la cebada no ha tenido gran innovación, ya que únicamente se destina a la elaboración de cerveza y productos artesanales como arroz de cebada, sopas, pinol y coladas, además también es usada para la malta importante para la elaboración de cerveza, jarabe de malta (Bermeo, 2021). Según datos estadísticos de la Asociación de Cervecerías Artesanales del Ecuador (ASOCERV), en el país existen 253 marcas que producen cerveza artesanal, produciendo un total de seis millones de litros anualmente, generando 25 millones de dólares, este producto representa el 1,06% de la producción de cerveza.

La innovación en la panificación promueve el uso de nuevos ingredientes los cuales aportan beneficios y permiten ampliar las posibilidades de otras alternativas alimenticias. Razón por la cual, en esta investigación para la elaboración de un tipo de pan blanco, se ha elegido a *Hordeum vulgare* como matriz base. El objetivo de la investigación es evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la falta de planificación y las diversas crisis de tipo económicas como la ocasionada por el COVID 19 han generado la disminución de cultivos tradicionales de cereales como la cebada y trigo, siendo un impacto negativo en el suministro de alimentos esenciales y nutritivos para la población. En el año 2015, la superficie sembrada de cebada en la provincia de Chimborazo fue de 19,420 hectáreas, representando el 4% de la superficie agrícola de la provincia, según el III Censo Nacional Agropecuario. Sin embargo, para el año 2019, esta superficie se redujo a 16,000 hectáreas, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esta disminución significativa del 23% en cuatro años indica una tendencia negativa en la siembra de cebada (Checa, 2023).

En cuanto a la cebada, su industrialización en el Ecuador ha sido limitada lo que significa que la producción y el procesamiento de este grano no han alcanzado las escalas que permitirían un mayor alcance en el mercado nacional e internacional. En el país, el consumo de cebada se centra principalmente en productos tradicionales como la máchica, pinol y coladas, elaborados de manera artesanal. Además, la falta de inversión en tecnología y procesamiento industrial ha dificultado la expansión de la cebada en productos alimenticios innovadores. Esto ha contribuido a que el potencial de la cebada no se aproveche completamente, limitando su presencia en el consumo cotidiano y su competitividad frente a otros cultivos.

La escasa utilización de harina de malta activada en las formulaciones actuales limita el potencial de los productos para satisfacer las demandas de los consumidores que buscan opciones más saludables y atractivas. Además, la falta de conocimiento y aceptación sobre los beneficios de esta harina puede limitar su integración en el mercado. La importancia de investigar y desarrollar productos que aprovechen las

ventajas de la combinación de harinas, no solo para enriquecer el perfil nutricional, sino también para fomentar prácticas de panificación más saludables.

La industrialización de la harina de malta activada enfrenta múltiples desafíos que limitan su expansión en la industria alimentaria. Sin embargo, se pueden desarrollar nuevas aplicaciones para este ingrediente que se utilice en la elaboración de productos de panificación. Por tal motivo se busca aprovechar las oportunidades que la harina de malta activada ofrece en términos de innovación y sostenibilidad, así como para satisfacer la creciente demanda del mercado por productos más saludables.

La combinación de harinas de diversos cereales, incluida la harina de malta activada, se presenta como una solución para enriquecer tanto el valor nutricional como las características sensoriales de los productos de panificación. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo implementar la industrialización de la harina de malta activada. Al hacerlo, se espera no solo mejorar la competitividad de los productos que la incorporan, sino también potenciar el valor nutricional de los productos alimentarios convirtiéndolos en un producto más completo que responda a las necesidades y expectativas de los consumidores (Espinoza, 2018).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se fundamenta en la necesidad de abordar la problemática de la disminución de los cultivos tradicionales de cereales, especialmente la cebada, un cereal esencial para la alimentación y nutrición de la población ecuatoriana. Además, se enfoca en la importancia de comprender y optimizar el uso de la cebada en la industria alimentaria, donde se propone el desarrollo de un nuevo producto que es la harina de malta activada. Por lo tanto, en esta investigación se aplicó una opción biotecnológica derivada de este cereal para la elaboración de un producto de panificación como lo es el pan blanco.

Además, esta investigación busca considerar a la cebada como un ingrediente clave en la elaboración de productos alimenticios de alto consumo, como el pan, y que su producción y procesamiento representan una fuente de ingresos. Por lo tanto,

este trabajo no solo busca contribuir al desarrollo agrícola y económico del país, sino también a mejorar el valor nutricional de los productos y la sostenibilidad de la producción de cereales en el Ecuador.

La creciente demanda de trigo y la limitada industrialización de la cebada en el Ecuador presentan una oportunidad para fortalecer la producción, comercialización y consumo aprovechando el potencial que este cereal posee. Esta investigación no solo diversificará la oferta de productos alimenticios, sino que también promoverá un uso más eficiente de los recursos disponibles en el país.

El trigo es un ingrediente esencial para la elaboración de harina, que tiene un papel predominante en la dieta, mientras que la cebada, a pesar de su alto valor nutricional, no ha sido aprovechada de manera industrial y se produce de manera artesanal, lo que limita su expansión. La combinación de harinas puede ser una estrategia efectiva para obtener productos de panificación con un alto valor nutricional y excelentes características sensoriales.

La harina de malta activada es un producto derivado de la cebada malteada que ha pasado por un proceso de germinación y secado controlado, esta posee una serie de propiedades beneficiosas por su contenido de azúcares, proteínas y nutrientes. La incorporación de harina de malta activada en la producción de pan no solo puede mejorar la calidad y el valor nutricional de este alimento básico, sino también contribuir a mantener la disponibilidad de nutrientes esenciales en la dieta, representando un paso positivo para la industria alimentaria.

La investigación también menciona que la harina de malta activada proporciona un sabor y aroma distintos al pan, lo que podría añadir variedad y diferenciación. Así como también es importante resaltar que contiene hierro, proteínas y fibra soluble, que a través del proceso de malteado se convierte en fibra insoluble, lo que resulta en una fibra prebiótica beneficiosa para la digestión. Por tal motivo la harina de malta activada puede ser una alternativa innovadora a utilizarse para la elaboración de panes y productos horneados.

Con esta investigación se pretende impulsar la diversificación de cultivos, generar productos rentables y de alto valor nutricional. Todo esto tiene relación con los siguientes objetivos del desarrollo sostenible, objetivo 2 hambre cero, con este producto se pretende dar solución a inseguridad alimentaria ya que el pan es un alimento básico en las dietas alimentarias y su consumo ayuda a evitar el hambre,

objetivo 9 innovación e infraestructura, con la presente experimentación se puede generar un producto saludable, sostenible y de buena calidad, esto incluye la exploración de nuevas técnicas de procesamiento, mejorar la cadena de suministro desde la adquisición de materia prima hasta la distribución del producto final, objetivo 12 producción y consumo responsable, donde se deben consumir cantidades adecuadas de pan y evitar los desperdicios (FECHAC, 2021).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer las características fisicoquímicas del producto desarrollado.
- Analizar las propiedades de textura del producto elaborado.
- Realizar el análisis sensorial de los diferentes tratamientos.
- Evaluar microbiológicamente el mejor tratamiento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué características fisicoquímicas tienen los tratamientos desarrollados?
- ¿Cuáles son las propiedades de textura que poseen los diferentes tratamientos?
- ¿Qué características sensoriales presenta el producto elaborado a partir de las formulaciones planteadas?
- ¿Cuáles son las características microbiológicas del mejor tratamiento?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Pérez *et al.*, (2023) en su estudio sobre el desarrollo de un pan con harinas de leguminosas y cereales complementado con trüb, siendo un subproducto en la elaboración de cerveza. Las harinas de leguminosa (frijol negro y arveja) y cereales (avena) se les realizó análisis fisicoquímicos de Ph, humedad, actividad de agua, densidad total, aparente y compactada, por su parte el trüb tuvo un proceso de sedimentación. Realizaron dos tratamientos los cuales fueron T1 (36,87% de harina de trigo + 21,38% harina de cereales + 8,84% harina de leguminosas + trüb 6,26) y T2 (28,50% de harina de trigo + 24,8% harina de cereales + 10,26% harina de leguminosas + trüb 7,2%). Las formulaciones para el producto fueron mediante un diseño de programación no lineal usando el programa (FrontlineSolvers). Como resultados obtuvieron que la (Aw) estuvo entre 0,2 y 0,4%, la humedad oscilo entre 1,45% a 8,59%, el pH estuvo entre 5 y 7 importante para que el gluten forme una red esponjosa, además la aplicación del trüb permitió obtener un alto valor proteico, la aplicación de harinas de cereales, leguminosas proporcionó al pan una buena cantidad de fibra, otorgándole una miga compacta y la obtención de un coloide estable.

Bobadilla y Mendoza (2023) en su trabajo de investigación basado en la elaboración de una barra nutricional con bagazo de malta, el objetivo de su trabajo fue elaborar una barra usando el bagazo de malta de diferentes variedades *Pale Ale*, *Caramunich tipo III* y *Roasted Barley*, la formulación de la barra fue de un porcentaje de 30% *Pale Ale*, 60% *Caramunich tipo III* y 70% *Roasted Barley*, estas variedades indicaron un valor de proteína de 13,10% bagazo de malta *Pale Ale*, 14,80% *Caramunich tipo III* y 15,09% *Roasted Barley*. En el análisis sensorial obtuvieron que el mejor tratamiento para los parámetros de textura, color, olor, sabor fue el tratamiento con 60% de bagazo de malta de la variedad *Caramunich*, además se realizaron análisis fisicoquímicos para este tratamiento obteniendo un valor de proteína de 14,80%, humedad de 7,4%, ceniza de 1,3%, carbohidratos de 57,74%, grasa de 6,1%, y 12,66% de fibra. Los análisis microbiológicos indican que la barra nutricional es apta para el consumo humano

debido a que los parámetros se encuentran dentro de lo establecido por la norma INEN 1334-2.

Sandoval *et al.*, (2015) realizaron un estudio reológico de las mezclas de harinas de trigo y cebada para la utilización en la elaboración de un pan. El objetivo de la investigación fue realizar mezclas de harina de trigo y cebada. Las formulaciones que realizaron fueron de 10%, 20%, 30% de harina de cebada y para la harina de trigo fue de 90%, 80% y 70%. Se realizaron análisis reológicos en el farinógrafo Brabender y Mixolab Chopin, determinaron la absorción del agua, el tiempo de desarrollo, estabilidad con la finalidad de identificar cual mezcla es la mejor, obtuvieron como resultados que las mejores mezclas de harinas son las que contenían una sustitución del 10%, 20% y 30% de harina de cebada, mediante el uso del Mixolab se determinó que las masas de las mezclas de 10%, 20% y 30% de harina de cebada presentaron buena estabilidad, además mediante el análisis sensorial se determinó que los panes más aceptados por los jueces fueron los sustituidos con 20% y 30% de harina de cebada.

Según Pantoja (2020) en su trabajo de investigación sobre la elaboración de galletas a partir de una mezcla de bagazo de cebada de malta con harina de trigo. El objetivo de su investigación fue identificar el mejor tratamiento de la mezcla de harina, en este trabajo se obtuvieron 5 tratamientos (T1 10% de harina de bagazo, T2 15% de harina de bagazo, T3 20% harina de bagazo, T4 25% harina de bagazo, T5 30% harina de bagazo), en el análisis fisicoquímico se obtuvo un valor de cenizas de 2,2%, grasa 2,6%, fibra 7,8%, proteína 14,2%. Además, mediante el análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento fue T3 el cual corresponde a la sustitución parcial del 20% de harina de bagazo y 80% harina de trigo. Los análisis microbiológicos mostraron que el producto es apto para el consumo humano, por tal motivo el producto elaborado es una alternativa beneficiosa en la industria alimentaria.

Según Córdova (2010) realizó un trabajo de investigación sobre la elaboración de pan integral con harina de cebada germinada, cruda y tostada. El objetivo de este estudio fue elaborar un pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca y la harina obtenida de cebada germinada y tostada. Para el proceso de obtención de harina germinada tardó 3 días, después se secó la cebada germinada al ambiente y luego a una temperatura de 40 a 50 °C de forma convencional, hasta obtener un valor de humedad menor al 12%, se dividió la harina en dos partes, la mitad se destinó para harina cruda germinada y la segunda parte para harina de

cebada germinada y tostada, la parte de harina tostada se secó al ambiente para posteriormente ser secada en una paila de bronce a 70°C, para luego proceder a moler. Al obtener las harinas se realizó las premezclas para sustituir la harina de trigo por harina de cebada, la formulación fue de la siguiente manera 90% de harina de trigo y 10% de harina de cebada germinada, 80% de harina de trigo y 20% de harina de cebada germinada, 70% de harina de trigo y 30% de harina de cebada germinada. Para el proceso de elaboración del pan amasó por 4 minutos en máquina, luego se sometió la masa una primera fermentación por 10 minutos a 35°C, la segunda fermentación fue una vez moldeado el pan a 35°C por 35 minutos obteniendo el doble de masa, el horneado de los panes fue a 115°C por 25 minutos. Para los resultados reológicos de las harinas de cebada germinada se obtuvo humedad 9,50%, absorción de agua 63,20%, tiempo de desarrollo 1 minuto, estabilidad 1 minuto, debilitamiento 151U.B, para la harina de cebada germinada y tostada se obtuvo 6,70% de humedad, absorción de agua 68%, tiempo de desarrollo 0,50 minutos, estabilidad 0,50 min y debilitamiento 139 U.B. Los resultados sensoriales indicaron que el sabor del pan fue mejor para los tratamientos que posee un 90% de harina de trigo integral y 10% de harina de cebada tostada como también el tratamiento que contiene 90% de harina de trigo integral y 10% de harina de cebada germinada.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Tipos de cereales

2.2.1.1. Trigo

Caiza (2022) en su investigación dice que el trigo es cultivado a nivel mundial y es básico para la alimentación humana, pertenece a la familia de las gramíneas, su nombre científico es (*Triticum*). Este cereal tiene un ciclo anual, sirve para la elaboración de harinas de los cuales se derivan más productos de panadería y pastas.

2.2.1.2. Centeno

Medallo *et al.*, (2008) menciona que el centeno es una planta monocotiledona que pertenece a la familia *Poaceae* (*Gramineae*), la planta puede crecer hasta 180 centímetros, el tallo es hueco y sus hojas son ásperas. Al igual que el trigo y cebada el grano de centeno está compuesto por pericarpio, endospermo y germen, está compuesto por un porcentaje de 1,8% de grasa a diferencia del trigo que posee 2,1% de grasa. En la industria alimentaria el centeno es usado para elaborar productos de panificación.

2.2.1.3. Avena

Este cereal tiene un elevado contenido de fibra, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, no posee gluten siendo así tolerable por la mayoría de las personas, al ser consumido genera beneficios nutricionales tales como prevenir enfermedades cardiovasculares, diabetes, regula la presión arterial y control de peso. La avena al poseer alto contenido de fibra soluble es un alimento principal para las dietas alimenticias, al consumir este grano el betaglucano forma geles y retrasa el vaciamiento gástrico debido a la actividad de las diferentes enzimas pancreáticas (Ors, E y Goktas, Z, 2022).

2.2.1.4. Cebada

Aguado (2010) dice que la cebada tiene origen en Asia, Europa, América y norte de África, es usada principalmente para extraer harina destinada a la alimentación humana y animal, este grano es usado para la alimentación animal como forraje y principalmente para elaborar cerveza. La harina obtenida de la cebada mezclada con harina de trigo se usa para la elaboración de pan y galletas. Los residuos de la cebada son desechados o usados para elaborar alimentos para animales.

2.2.1.5. Maíz

Ortega (2014) indica que el maíz es un alimento básico en muchos lugares, pertenece a la familia de *Poáceas* del género *Tripsacum*, su origen es americano siendo una especie de importancia económica. La planta de maíz puede crecer entre 60 a 80 cm de altura, este grano es importante tanto para la alimentación animal y humana, en la industria alimentaria es usada como materia prima para elaborar harinas, panes y algunas bebidas. En algunos países de Asia y América del Norte es consumido de forma directa como elote, como también su grano seco es usado para subproductos.

2.2.1.6. Quinoa

El Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (2015) indica que este grano tiene origen en los Andes Peruanos de América del Sur, debido a la existencia de climas y altitudes aptas para el crecimiento de estas plantas, pertenece a la familia de las *Chenopodiaceae*, la planta puede tener una altura de 0,5 a 0,30 metros de altura dependiendo de las condiciones climáticas y de su especie, además esta especie es tolerante a suelos salinos y resistente a altas temperaturas. El contenido de proteína de este grano es del 12 al 20%, presenta una composición similar a la caseína, presenta vitaminas y minerales como polifenoles un elevado contenido de fibra dietética.

2.2.1.7. Harina

Simó *et al.*, (2019) manifiestan que la harina es un polvo suelto obtenido a partir de la molienda de distintos cereales, pero la más conocida es la harina de trigo para la elaboración de productos de panificación, aunque es posible obtener harina de cebada, quinoa, centeno, avena y maíz, además es posible obtener harina de algunas leguminosas como el garbanzo y soja. La industria alimentaria se ha dedicado a obtener harina de trigo debido a que es una técnica antigua. También existen harinas de origen animal las cuales son obtenidas de los subproductos de la industria cárnica tales como sangre, plumas, pezuñas, escamas, esta clase de harina sirven de aporte de proteínas.

2.2.2. Tipos de harinas

2.2.2.1. Harina de cereales

Este tipo de harinas son las más conocidas de las cuales se clasifican en harina de trigo usada para la elaboración de pan, estas se dividen en subtipos dependiendo de su refinamiento y su uso, harina de maíz usada para la elaboración de tortillas, harina de centeno usada para la elaboración de pan debido a su gran prestigio, calidad, sabor y su bajo contenido en gluten. Harina de cebada se caracteriza por tener bajo contenido en gluten y es usada para productos de panificación. Harina de avena posee un sabor suave la cual es apta para la elaboración de papillas, cremas, galletas y bizcochos. Harina de arroz originaria de Asia en donde es usada para la elaboración de pastas de arroz (Rosero, 2020).

2.2.3. Características de la harina de trigo

Cereal que pertenece al género *Triticum*, familia de las gramíneas, este grano es usado para extraer harina normal, integral, sémola y cerveza. En la industria alimentaria este grano es usado para la elaboración de pan debido a su alto contenido en gluten aportando estructura al pan. La harina está compuesta por enzimas, azúcares simples, azúcares complejos, proteínas (Méndez 2015).

2.2.3.1. Enzimas

Son catalizadores de las proteínas, se caracterizan por tener 115 aminoácidos, además son capaces de alinear diversos grupos químicos en una sola geometría. En la producción de pan las enzimas son importantes debido a que leudan el pan en conjunto con las levaduras (Villanueva, 2010).

2.2.3.2. Enzimas en la producción de pan

Villanueva (2010) dice que en la elaboración del pan se generan cuatro etapas, primera consiste en elaborar la masa adicionando agua, aditivos, sal y levaduras con el objetivo de conseguir una buena consistencia, la segunda etapa se refiere a la fermentación de la masa a una temperatura aproximada de 25°C para lograr formar una red de gluten y CO₂, en la tercera etapa es importante la cocción de la masa a una temperatura de 100°C ya que a esta temperatura las proteínas se desnaturalizan logrando formar la estructura del pan, la cuarta etapa consiste en el enfriado de la masa para obtener una buena consistencia. La función de las enzimas en la masa del pan es promover a la fermentación del pan y generar facción del almidón y

gluten. Las enzimas en la producción de pan ayudan a convertir el almidón en azúcares, CO₂ y alcohol, en este grupo se encuentran la amilasa, invertasa, maltosa y zimasa, las enzimas que afectan a la reacción de las proteínas son las proteasas y la enzima responsable de descomponer la grasa se denomina proteasa y lipooxigenasa.

2.2.3.3. Amilasas

En el almidón es un polímero lineal constituido por moléculas de glucosa, además contiene amilopectina compuesto de moléculas de glucosaramificadas. En la harina de trigo la cantidad de monosacáridos y disacáridos es menor al 0,5%, esto significa que no es una cantidad suficiente para desarrollarse la fermentación y una inadecuada leuda del pan. La actividad de las amilasas es importante en la elaboración del pan ya que gelatinizan el almidón por el calor del horneado. El control de la temperatura en el pan es importante ya que acelera la acción amilolítica la cual desdobra el almidón obteniendo así un pan con buenas características sensoriales (Villanueva, 2010).

2.2.3.4. Isomilasas

Villanueva (2010) dice que para romper los enlaces C-16 de la amilopectina es necesario la acción de otras enzimas como amilasas, amilo-1,6-glucosidasa, dextrinasa-limite, este tipo de enzima es capaz de actuar en contra de los enlaces C-16, son de bajo peso molecular, obtenidas del trigo, maíz, arroz, pero su fuente principal es la malta de cebada, para su desarrollo es importante tener temperaturas entre 131 a 140 °F.

2.2.3.5. Invertasa, Maltasa, Zimasa

La invertasa es una enzima presente en las levaduras y ayuda a convertir la sacarosa en dextrosa y fructosa. Por su parte la enzima maltasa encontrada en las levaduras ataca a la maltosa generándose así dos moléculas de dextrosa, importante para que se realice la fermentación del pan (Villanueva, 2010).

2.2.3.6. Proteasa

Este tipo de enzimas ayudan a la degradación de proteínas generando compuestos simples, se encuentran presentes en el trigo, pero en una cantidad mínima, también se pueden encontrar en productos malteados, en algunas bacterias y hongos. Las proteasas en la elaboración del pan ayudan a desdoblar enlaces en la estructura del

gluten. En el proceso de mezclado al aplicar fuerzas tiende a romper los enlaces cruzados además orienta a las cadenas de las proteínas, por tal motivo si se produce una mezcla exagerada la masa será floja y pegajosa con poca capacidad para retener gas. La aplicación de esta enzima no rompe enlaces del gluten, pero divide cadenas peptídicas generando cadenas cruzadas (Villanueva, 2010).

2.2.3.7. Lipoxidasa

Villanueva (2010) afirma que esta enzima es conocida como destructora de caroteno; sin embargo, también se encuentra presente en la harina de soja, aunque no es usada en la panificación ya que otorga colores blanquecinos al producto, el beneficio de esta enzima es el mejoramiento de la masa y ayuda a la potencialización de sabores. En la harina de trigo esta enzima es importante para la elaboración de pastas debido a que no altera el color del producto final.

2.2.3.8. Azúcares complejos

Méndez (2015) menciona que el almidón es el azúcar complejo de la harina, se compone por polímeros como la glucosa, amilosa, amilopectina. Este azúcar representa un 70% del peso, su función en la planta es aportar energía para su desarrollo. La función del almidón en la elaboración de pan es repartir humedad en la masa y brindar estructura semi-sólida. Este almidón también ayuda a formar volumen en la masa, en el horneado los almidones son capaces de formar la capa rígida y aumentar el volumen de la masa, en la etapa de fermentación los almidones son degradados por las enzimas las cuales convierten la molécula de azúcar en moléculas simples como maltosa y glucosa.

2.2.3.9. Azúcares simples

Los azúcares simples de la harina de trigo son la maltosa y glucosa que representan el 1 a 2%, este tipo de azúcares al tener contacto con las levaduras generan el proceso de fermentación, el cual ayuda a mejorar las características sensoriales del producto. La maltosa proviene de la hidrólisis del almidón por acción de las enzimas amilasas (INNOGRAIN, 2021).

2.2.3.10. Proteínas

El porcentaje de proteínas en la harina representa del 9% al 14%, esto dependiendo del tipo de harina, la clase de proteínas presentes en la harina son albuminas, globulinas, gliadinas y gluteninas las cuales son encargadas en crear el gluten. El

gluten es una mezcla de agua y proteínas tales como gliadina la cual genera extensibilidad en la masa y glutenina genera elasticidad en la masa. El gluten de trigo es característico por su extensibilidad y elasticidad. La característica de extensibilidad es por la presencia de gliadina que permite un deslizamiento de enlaces, la elasticidad se debe a la existencia de proteínas en el gluten (Mendez, 2015).

(Información nutricional de pan de trigo y pan de malta activada., 2024) señalan que el contenido de proteína que en promedio se puede alcanzar en productos de panificación con el uso de malta activada es del 5,4 %, mientras que con el uso de formulaciones tradicionales a partir de trigo el porcentaje es de un 9%, aunque el contenido proteico del pan de malta puede ser menor, la presencia de fibra, antioxidantes y minerales en la harina de malta activada puede ofrecer beneficios adicionales para la salud, como la mejora de la digestión y el apoyo a la salud intestinal.

Las proteínas de la harina de trigo, como la gliadina y la glutenina, son fundamentales en la panificación, ya que al hidratarse y amasarse forman una red tridimensional conocida como gluten. Este gluten es el encargado de atrapar los gases generados durante la fermentación, otorgando elasticidad y estructura a la masa, lo que permite que el pan adquiera volumen y una miga aireada (Villanueva R. , 2014).

Por otro lado, las proteínas presentes en la harina de malta activada, principalmente hordeínas y globulinas, no tienen la capacidad de formar gluten. Esto significa que no contribuyen de manera significativa a la elasticidad ni a la retención de gases, aunque pueden desempeñar un rol secundario en el sabor y el color del pan (Villanueva R. , 2014).

Al sustituir una parte de la harina de trigo por harina de malta activada, la red de gluten se ve comprometida, perdiendo densidad y funcionalidad, lo que afecta negativamente la estructura del pan, es decir, si se usa demasiada malta, las proteínas del gluten son insuficientes para sostener la estructura del pan, ya que al sustituir una parte de las proteínas del trigo por las de la malta, la red de gluten pierde densidad y funcionalidad, lo que afecta directamente la textura y el volumen del producto final, por ese motivo es importante el equilibrio entre las proteínas del trigo y la harina de malta activada para mantener la calidad del pan (Vasquez, Verdú, Islas, Barat, & Grau, 2016).

En conclusión, la harina de trigo mantiene una mayor cantidad de proteínas formadoras de gluten, lo que es esencial para la estructura y la textura del pan. En cambio, la harina de malta activada tiene menos proteínas formadoras de gluten, ya que muchas de ellas se transforman o se descomponen durante el proceso de malteado, lo que reduce su capacidad para contribuir a la elasticidad y retención de gases en la masa, no obstante se destaca por sus características únicas relativas al sabor y color que enriquecen al producto final haciendo que este adquiera cualidades organolépticas interesantes y mejoradas (Vasquez, Verdú, Islas, Barat, & Grau, 2016).

2.2.4. Harina de cebada

Según el INIAP (2020) la harina de cebada se obtiene de la molienda de la cebada, pertenece a la familia de las *Gramíneas*, su origen es de las montañas de Etiopía y Asia, es usada para la alimentación humana y animal, la cebada posee un alto contenido nutricional, se caracteriza por poseer carbohidratos, fibra, vitaminas, minerales y proteínas.

Tabla 1. Composición nutricional de la cebada

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	12,0 – 13,0
Carbohidratos	65,0 – 72,0
Proteína	10,0 – 11,0
Grasa	1,5 – 2,5
Fibra	2,5 – 4,5
Ceniza	2,0 – 3,0

Fuente: (Fenalce, 2009).

2.2.4.1. Producción de harina de cebada

Jaramillo (2019) indica que en Ecuador la producción de cebada se da en la región de la sierra, la mayor producción de este grano es en Chimborazo, seguidamente del Cotopaxi, este cultivo tiene buen desarrollo en estos lugares debido a sus condiciones climáticas. En el país se producen dos variedades las cuales son Scarlett la cual es usada para el malteado y Cañicapa usada para obtener el conocido arroz de cebada, pinol y machica. La producción de una buena cebada depende de las características del suelo de cultivo.

2.2.5. Harina de malta activada

García (2017) dice que para obtener el malteado de la cebada se deben generar cambios bioquímicos de germinación. En el proceso de activación de la malta se

activan enzimas para convertir el almidón en azúcares fermentables y cambios beneficiosos para obtener buenas características sensoriales en el producto final.

Martínez (2020) manifiesta que el proceso de malteado consiste en la germinación de la cebada y generación de amilasas, responsables de convertir los almidones en azúcares simples los cuales son importantes para la alimentación de las levaduras en el proceso de fermentación del pan, la harina de malta aporta al pan buenas características de textura y sabor. En la elaboración de pan el proceso de conversión de almidones aporta dulzor al producto, además contribuye a la formación de la reacción de Maillard. En el proceso del malteado se forman compuestos que influyen en el aroma de un pan tostado y fresco.

En la obtención de una buena harina de malta activada es necesario realizar una buena selección de los mejores granos de cebada, con el propósito de obtener una proteína de calidad, esta harina contiene fibra soluble importante para mejorar la digestión y reducir el hambre (Bermeo, 2021).

2.2.5.1. Composición química de la harina de malta activada.

La composición química de la harina de malta depende de la variedad de cebada, esta harina es rica en fibra y proteínas.

En la tabla 2 se muestra la composición química de la cebada.

Tabla 2. Composición química de la cebada

Compuesto	Porcentaje
Glucósidos	78%-83%
Almidón	63%-65%
Sacarosa	1%-2%
Azúcares reductores	1%
Otros azúcares	1%
Pentosanos	8%-10%
β- glucano	3%-5%
Proteínas	9%-12%
Albúminas	1,5%-1,9%
Globulinas	0,4%-0,5%
Hordeínas	0,9%-1,2%
Glutelinas	3%-4%
Aminoácidos y péptidos	0,5%
Lípidos	2%-3,5%
Ácidos nucleicos	0,2%-0,3%
Minerales	2%
Polifenoles	0,5%-1,5%
Otros compuestos	4%-6%

Fuente: (Córdova, 2010)

2.2.5.2. Beneficios de la harina de malta activada

En la harina de malta se encuentran enzimas importantes para el proceso de fermentación en la elaboración de cerveza y pan, este tipo de enzimas ayudan a convertir los almidones en azúcares con la finalidad de aportar color, olor, sabor y textura a los productos finales, contiene proteínas, vitaminas y minerales fundamentales en la nutrición humana, además aporta buen sabor a los productos de panificación, contiene fibra para la buena digestión (Mendoza, 2021).

2.2.5.3 El pan

Este alimento es consumido a nivel mundial, su ingrediente principal es la harina de trigo, agua, sal y levadura, su elaboración se basa en la mezcla y amasada de los ingredientes, y un adecuado proceso de horneado (Noriega, 2018).

Enciso y Pilar (2013) indican que un pan de calidad debe tener las siguientes características sensoriales la corteza debe ser crujiente, la miga blanquecina y cremosa, y un buen olor. La aplicación de materias primas en la elaboración de pan ayuda a obtener buenas características sensoriales en los productos.

2.2.6. Tipos de pan

2.2.6.1. Pan blanco

Es un alimento obtenido mediante el horneado de masa fermentada, los ingredientes principales de este alimento son agua, azúcar, sal y levaduras, aunque también se le aplica otros aditivos como leche, huevos y mantequillas.

Además, el pan blanco es un alimento perecedero que es obtenido mediante la cocción de la masa cuyo ingrediente principal es la harina de trigo, sal y agua. La historia del pan radica desde la prehistoria, el primer pan fue elaborado con harina de bellota, aunque también se dice que los egipcios descubrieron la fermentación del pan por casualidad. Los panes que consumen los hebreos no tienen ninguna levadura. El pan blanco fue considerado como un alimento para la gente rica de las antiguas épocas. En el siglo XX el pan fue elaborado en máquinas, hornos eléctricos y mezcladoras (Villar, 2014).

2.2.6.2. Pan común

Mesas y Alegre (2022) indican que este tipo de pan es elaborado con harina de trigo, agua, sal y levaduras, se consume de forma habitual a nivel mundial, a este tipo de

pan se le puede añadir aditivos alimentarios para potencializar sus sabores, dentro del pan común se puede encontrar dos tipos pan bregado que es caracterizado por tener una miga dura y el pan de flama se lo obtiene con un mayor contenido de agua. En la actualidad al pan común se le puede incorporar otro tipo de harinas como maíz, salvado, cebada etc.

2.2.6.3. Pan integral

Un pan se denomina integral si es elaborado en su totalidad con harinas integrales, aunque se pueden combinar harinas integrales de cebada, centeno etc. El nombre de este pan debe llevar el nombre de los cereales utilizados. Para la elaboración de este tipo de pan es necesario que la masa madre sea integral.

2.2.6.4. Pan baguette

Este tipo de pan es originario de Francia, su forma es alargada y muy consumido a nivel mundial, para la elaboración de este tipo de pan la materia prima es harina de trigo, agua, levadura y sal. Este pan puede medir de 5 a 6 centímetros, la masa de este pan debe realizarse con cuidado para formar burbujas de aire en el interior (Córdoba, 2010).

2.2.6.5. Pan de centeno

Albarrán *et al.*, (2018) dicen que el centeno se caracteriza por poseer un contenido bajo en gluten, la aplicación de harina de centeno en pan ayuda a obtener un producto de una tonalidad oscura, rico en nutrientes, fibra y su sabor es muy fuerte. La historia de este tipo de pan sucede en Europa donde era consumido por las clases bajas de aquel país. El centeno se caracteriza por poseer alto contenido de fibra el cual ayuda al estreñimiento y al comer una pequeña cantidad genera saciedad en el organismo, además es beneficioso para las personas que tienen diabetes ya que contiene poco gluten. El centeno contiene minerales, oligoelementos, fibra, magnesio y fósforo.

2.2.6.6. Pan de malta activada

Bermeo (2012) indica que para la elaboración de pan de malta la harina se debe extraer de forma artesanal de la malta de cebada, es caracterizada por poseer alto contenido en nutrientes como fibra, hierro y proteínas, además posee un bajo contenido en carbohidratos, importante para dietas bajas en carbohidratos.

En la tabla 3 se detalla la composición química de la harina de malta activada

Tabla 3. Composición química de la harina de malta activada

Compuesto	Porcentaje
Carbohidratos	78,3 g
Proteínas	10,28 g
Fibra alimentaria	7,1 g
Grasa	0 g

Fuente: (Bermeo, 2021)

2.2.7. Componente biotecnológico de las masas fermentadas

Los productos fermentados se originan por la acción de microorganismos tales como las levaduras y bacterias. En la biotecnología se involucran varios procesos de fermentación por metabolismo de cierto tipo de microorganismos. En los procesos de panificación los microorganismos responsables de la fermentación son las levaduras denominadas *Saccharomyces cerevisiae*, este tipo de organismos desempeñan el papel de metabolizar los carbohidratos de la masa, de tal manera que se genere dióxido de carbono para aportar excelentes características sensoriales al pan (Boada, 2019).

Por otro lado, las enzimas son proteínas las cuales son catalizadores en las reacciones bioquímicas, en el proceso de fermentación las enzimas ayudan a descomponer los carbohidratos en azúcares más simples, esta reacción es importante para obtener buena estructura y textura en el pan (Boada, 2019).

Boada (2019) manifiesta que la biotecnología implica controlar las condiciones de tiempo, temperatura, humedad, tiempos de fermentación, estos factores son importantes para que se genere un adecuado desarrollo de los microorganismos en las masas.

La biotecnología en el proceso de fermentación de las masas ayuda a mejorar la calidad, también es importante en otros productos tales como cerveza, yogurt, aportando beneficios nutricionales y sensoriales (Boada, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo, ya que se fundamentó en la evaluación numérica de las características fisicoquímicas, texturales y sensoriales. Estos análisis generaron datos numéricos que fueron interpretados estadísticamente para verificar la hipótesis planteada en la investigación.

3.1.2. Tipo de Investigación

Para la formulación de pan blanco mediante la sustitución parcial de harina de trigo con harina de malta activada, es necesario llevar a cabo el siguiente tipo de investigación. Se trata de una investigación experimental, ya que se emplearon métodos científicos, pruebas de laboratorio y análisis de procesos para formular y evaluar los efectos. A través de dos variables independientes, la proporción de harina de malta activada y de harina de trigo, se observaron sus efectos sobre la variable dependiente, que incluye las características fisicoquímicas, texturales, microbiológicas y sensoriales del pan.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa H_1 : La sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) influye en las características fisicoquímicas, microbiológicas, texturales y sensoriales del pan blanco obtenido.

Hipótesis nula H_0 : La sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) no influye en las características fisicoquímicas, microbiológicas, texturales y sensoriales del pan blanco obtenido.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Operacionalización de las variables

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
VI: Sustitución parcial de harina de trigo por harina de malta activada.	Tratamientos	H.M H.T	Gravimetría	NTE INEN 2945 (Córdova, 2010)
		T0: 0% + 100% (testigo)		
		T1: 10% + 90%		
		T2: 15% + 85%		
		T3: 20% + 80%		
VD: Características fisicoquímicas, microbiológicas, texturales y sensoriales del pan obtenido	Análisis fisicoquímico	T4: 25% + 75%	Potenciometro Termogravimétrico	NTE INEN 526:2012 NTE INEN 712:2013
		T5: 30% + 70%		
	Análisis microbiológico	Recuento de mohos y levaduras	Recuento por placas	NTE INEN 1529-10
	Análisis de características texturales	Dureza, adhesividad, Elasticidad	Análisis de perfil de textura	(Acosta, 2013)
Análisis sensorial	Color, olor, sabor y consistencia	Prueba de aceptación con escala hedónica de 5 niveles	NTC 3925	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

A continuación, se detallan los pasos a seguir para la elaboración de pan blanco a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de malta activada.

3.4.1. Proceso de obtención de harina de malta activada

- Recepción de materia prima: se procedió a obtener un grano de cebada, el mismo que se adquirió en la ciudad de Tulcán.
- Selección: se seleccionó los granos de cereal, eliminando impurezas y granos en mal estado.
- Remojo: los granos de cereal se sumergieron en 12.5 litros de agua para iniciar el proceso de germinación, el agua ayudó a activar los procesos enzimáticos y proporcionó humedad.
- Germinación: se colocó los granos remojados a una temperatura de 12 a 15°C por un periodo de 3 a 7 días hasta que desarrollen sus raíces.
- Secado: se aplicó un proceso de secado a una temperatura de 55 a 60 °C, con la finalidad de detener el crecimiento de los brotes.
- Molienda: se empleó un molino de laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con el objetivo de reducir el tamaño de las partículas de cebada.
- Tamizado: se tamizó en un tamiz número 40 mesh, con el fin de separar las impurezas y materiales extraños de la harina de malta activada.
- Empacado: se procedió a colocar la harina de malta activada en fundas ziploc de 26 por 27 centímetros, para evitar absorción de humedad o contaminación.

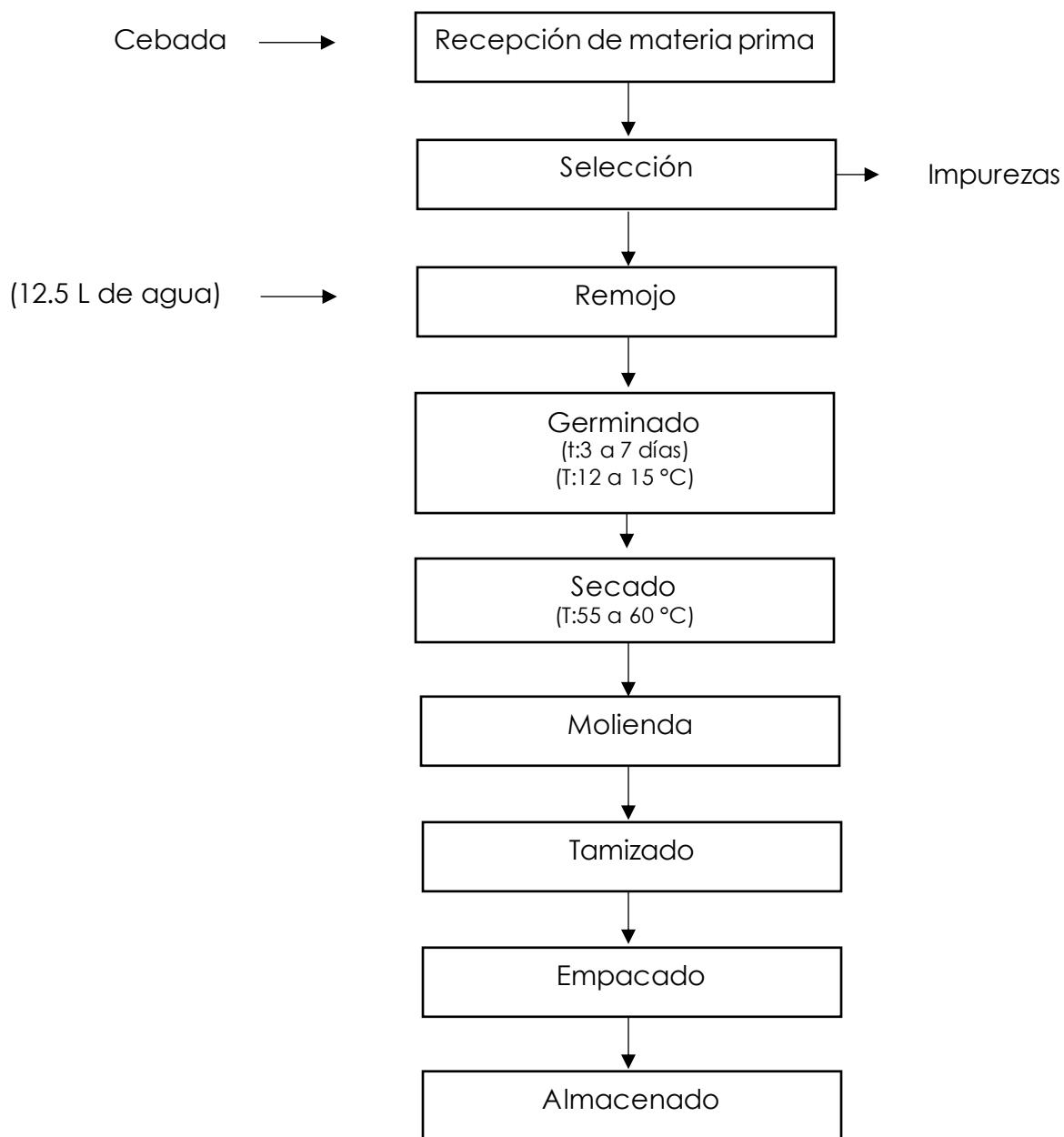


Figura 1. Diagrama de flujo de la harina de malta activada.

3.4.2. Proceso de elaboración del pan de harina de malta activada.

El método está basado según la norma NTE INEN 0095

- Recepción de la materia prima: se realizó la recepción de la harina de malta activada y la harina de trigo las cuales se encontraban en perfecto estado de conservación, de igual forma la mantequilla, levadura, agua, huevos, sal y azúcar.
- Pesado: se pesó la materia prima para la elaboración del pan blanco.
- Dosificado: se adicionó la cantidad de los aditivos para la masa.
- Premezclado: se mezcló las cantidades de harina junto con los aditivos.
- Amasado: se amasó hasta obtener una masa homogénea.
- Moldeado: se realizó diferentes tipos de modelos según cada tratamiento.
- Fermentado: se dejó reposar por 20 minutos.
- Horneado: se horneó en un horno tipo industrial a una temperatura de 160°C durante 25 minutos.
- Enfriado: se dejó en reposo el producto a temperatura de 20°C
- Empacado: se empacó en fundas ziploc para evitar la contaminación microbiológica
- Almacenado: se almacenó en un lugar seco y fresco.

Harinas (malta activada, trigo) mantequilla, huevos, agua, levadura, azúcar, sal.

Aditivos

Tratamientos	H.M	H.T
T0	0%	100%
T1	10%	90%
T2	15%	85%
T3	20%	80%
T4	25%	75%
T5	30%	70%

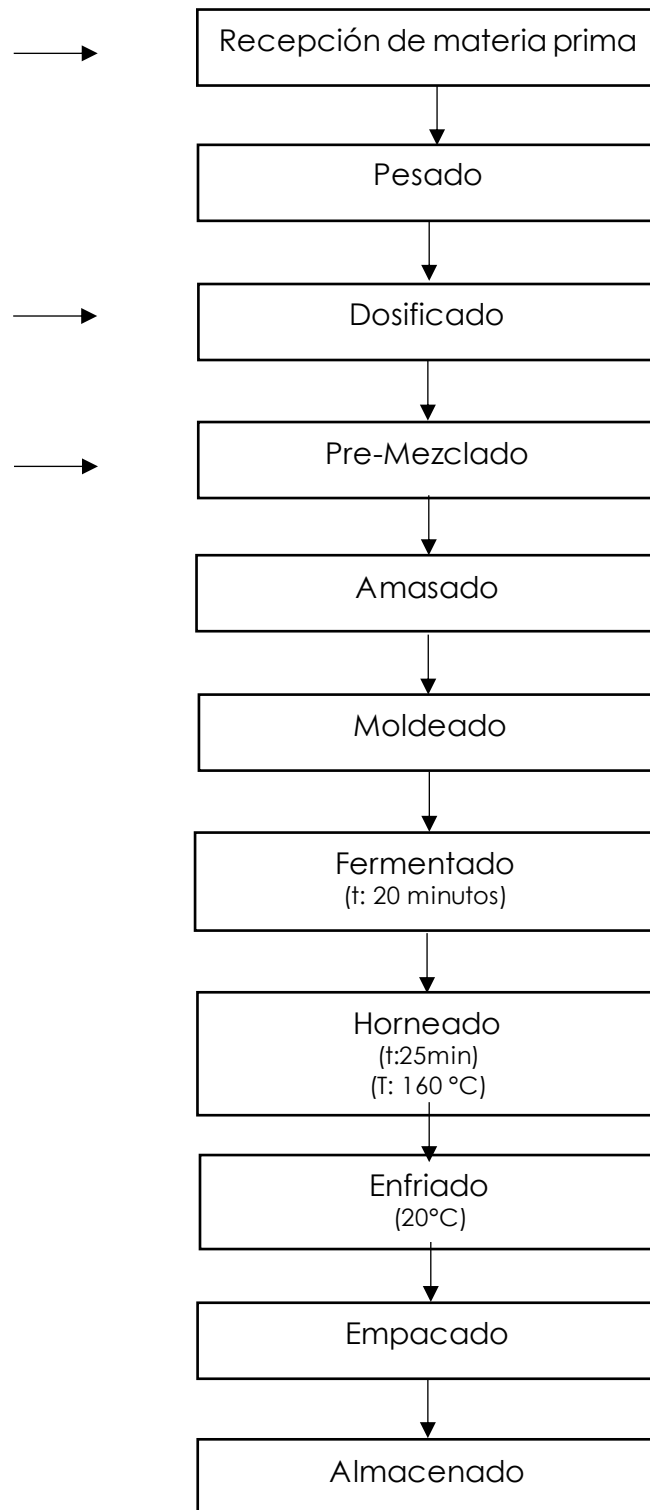


Figura 2. Diagrama de flujo de obtención del pan blanco.

3.4.3. Mediciones Experimentales

En el producto final se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos, como la medición de pH y la determinación del contenido de humedad, en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

3.4.4. Determinación de pH

El análisis de pH se llevó a cabo para identificar el nivel de acidez o alcalinidad del pan blanco elaborado con harina de malta activada. Para esta determinación, se utilizaron vasos de precipitación de 100 ml, un agitador magnético y un potenciómetro. Inicialmente, se pesaron 10g de muestra, los cuales se mezclaron con 100 ml de agua destilada y se homogenizaron. Luego, la muestra preparada se colocó en el potenciómetro para medir el pH.

3.4.5. Humedad

La humedad es un requisito fisicoquímico importante para evitar la proliferación de microorganismos patógenos, para determinar este parámetro se utilizó la estufa Memmert, se pesó de 3 a 5 gramos de la muestra, luego se colocó la muestra en el platillo, se realizó la programación en el equipo y esperamos los resultados.

3.4.6. Análisis de textura

El análisis de textura es una técnica utilizada en diversas disciplinas, se refiere a las variaciones en la superficie o estructura de un material o producto basándose en características como la, dureza, adhesividad y elasticidad. Este análisis es importante ya que ayuda a identificar la textura óptima de los alimentos con la finalidad de satisfacer la demanda del consumidor.

3.4.7. Análisis microbiológico

Se realizó un recuento total de microorganismos aerobios, mohos y levaduras en el laboratorio de microbiología de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, con el objetivo de verificar la aptitud del producto para el consumo, siguiendo los lineamientos de la norma colombiana NTC 1363 para requisitos generales de pan. El procedimiento comenzó con la esterilización de todo el material, seguido de pesar 10 gramos de la muestra, que se colocaron en un frasco al que se añadieron 90 ml de agua peptona. A continuación, se dispusieron las placas Petrifilm en la cámara de flujo laminar, se destaparon y se inocularon con las muestras respectivas.

3.4.8. Análisis sensorial

El análisis sensorial del pan blanco elaborado con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de malta activada se llevó a cabo mediante una evaluación sensorial utilizando pruebas de aceptación, empleando una escala hedónica verbal de 5 puntos, donde 1 significa "me disgusta mucho" y 5 "me gusta mucho". Para determinar el tratamiento más aceptado por el grupo de evaluadores, se contó con la participación de 60 jueces no entrenados. Se evaluaron atributos como sabor, olor, color, consistencia y la aceptación general del producto (Anzaldúa, 1982).

3.4.9. Sabor

La malta adicio un sabor distintivo y característico al pan, variando desde notas dulces hasta toques más complejos y maltosos.

3.4.10. Olor

La malta contribuyo en el olor del pan, brindando matices aromáticos que van desde caramelizados hasta notas más sutiles o afrutados que proviene de los compuestos volátiles producidos durante la activación.

3.4.11. Color

La malta influyo en el color del pan, proporcionando tonalidades más oscuras debido a los azúcares caramelizados presentes en la malta durante la cocción.

3.4.12. Consistencia

Las proporciones adecuadas de ingredientes fueron importantes para obtener la consistencia deseada.

En la tabla 5 se muestra la escala hedónica utilizada para la evaluación sensorial.

Tabla 5. Escala hedónica para la evaluación sensorial

Grado de aceptabilidad	Valor
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

La evaluación sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, con la participación de estudiantes de la

carrera de Ingeniería en Alimentos, con el fin de determinar la aceptación del mejor tratamiento.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Diseño Experimental

Se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA), con seis tratamientos, tres repeticiones con un total de 18 unidades experimentales.

Se obtuvo:

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 18

Tabla 6. Combinaciones de la formulación del pan

Tratamientos	Harina de malta activada	Harina de trigo
R1T0	0%	100%
R1T1	10%	90%
R1T2	15%	85%
R1T3	20%	80%
R1T4	25%	75%
R1T5	30%	70%
R2T0	0%	100%
R2T1	10%	90%
R2T2	15%	85%
R2T3	20%	80%
R2T4	25%	75%
R2T5	30%	70%
R3T0	0%	100%
R3T1	10%	90%
R3T2	15%	85%
R3T3	20%	80%
R3T4	25%	75%
R3T5	30%	70%

3.5.2. Formulaciones

A continuación, en la siguiente tabla 7 se muestran las formulaciones de los seis tratamientos del experimento, con la composición de harina de malta activada y harina de trigo.

Tabla 7. Composición porcentual de las materias primas

Ingredientes	Testigo 0%	T1 10%	T2 15%	T3 20%	T4 25%	T5 30%
Harina de malta activada	0	5,10	7,65	10,20	12,75	15,30
Harina de trigo	51,00	45,90	43,35	40,80	38,25	35,70
Azúcar	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54

Sal	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Levadura	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Leche en polvo	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Mantequilla	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07
Agua	27,22	27,22	27,22	27,22	27,22	27,22
Huevos	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54

3.5.3 Análisis Estadístico

Flores *et al.*, (2017) manifiestan que para realizar un análisis estadístico se deben conocer si los datos son paramétricos o no paramétricos, las pruebas paramétricas corresponden a las cuantitativas ya sea nominales u ordinales y las pruebas cualitativas corresponden a las pruebas no paramétricas, para identificar si una prueba es paramétrica o no paramétrica se debe usar pruebas estadísticas como Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk o pruebas de sesgo, se debe tener en cuenta que cuando la muestra es mayor a 50 casos se debe aplicar la prueba de Kolmogórov-Smirnov y si hay un tamaño de muestra menor a 50 se debe aplicar la prueba de Shapiro-Wilk.

En la presente investigación se utilizó el programa estadístico Statistix 8, ya que se obtuvo el valor de p de forma rápida y precisa, este paquete estadístico permite identificar hipótesis, regresión lineal, análisis de varianza, prueba de Kruskal Wallis etc.

Al realizar pruebas estadísticas de normalidad para las variables de pH, humedad, resultados sensoriales, resultados de textura (dureza, elasticidad, adhesividad) se obtuvo que el valor de p es menor a 0,05 por tal motivo se rechaza la hipótesis nula. Se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para comprobar si existen diferencias entre las medias de los diferentes grupos, además se aplicó la prueba de Dunn para comparar rangos de medias entre dos variables y determinar si existe diferencia entre ellas.

3.6 Recursos

Los recursos empleados en esta investigación fueron de carácter financiero, tecnológico, institucional y humano, los cuales garantizaron una correcta ejecución del estudio, así como una adecuada recolección de datos e información.

3.6.1 Humanos

Los recursos humanos fueron tutor, quien contribuyó al adecuado desarrollo del trabajo de integración curricular, así como personas especializadas en la elaboración de pan blanco.

3.6.2 Institucionales

Los recursos institucionales que contribuyeron al desarrollo de esta investigación fueron las instalaciones y los equipos de laboratorio, fundamentales para llevar a cabo el estudio.

3.6.3 Materiales

Los materiales utilizados en esta investigación incluyeron libros, tesis, entrevistas, libreta, lápiz, bolígrafos, impresiones y encuadernaciones, los cuales se empleó para el desarrollo y beneficio del trabajo de integración curricular.

3.6.4 Tecnológicos

Los recursos tecnológicos empleados en el proceso de investigación es una computadora, una impresora y acceso a internet.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Resultados fisicoquímicos

- Humedad

En la tabla 8 se puede observar que el valor de p es inferior a 0.05, lo cual demuestra que los datos no siguen una distribución normal, por lo tanto, los mismos son considerados como no paramétricos.

Tabla 8. Prueba de Shapiro-Wilk para humedad.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,903283	0,0433564

En la tabla 9 se indican los resultados obtenidos según la prueba estadística de Kruskal Wallis. Se puede identificar que existe diferencia significativa entre al menos dos de los tratamientos debido a que el valor de p es menor a 0,05.

Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para humedad.

Tratamientos	Repeticiones	Mediana	Rango promedio	Chi cuadrado	Valor de F	Valor de p
T0	3	25,97	14,33	15,81	80,63	0,00738876
T1	3	26,57	16,66			
T2	3	24,3	9,0			
T3	3	24,35	10,0			
T4	3	22,49	4,66			
T5	3	22,09	2,33			
General		24,29				

Con base en los resultados mostrados en la Tabla 10, se puede establecer que únicamente existe una diferencia estadísticamente significativa entre T1 y T5.

Tabla 10. Prueba de Dunn para humedad

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
T0	-	1,000000	1,0	1,0	0,398644	0,088581
T1	1,000000	-	1,0	1,0	0,088581	0,015120
T2	1,000000	1,000000	-	1,0	1,000000	1,000000
T3	1,000000	1,000000	1,0	-	1,000000	1,000000
T4	0,398644	0,088581	1,0	1,0	-	1,000000
T5	0,088581	0,015120	1,0	1,0	1,000000	-

En la figura 3 se puede apreciar el diagrama de caja y bigote donde muestra la existencia de diferencias estadísticas entre T1 Y T5.

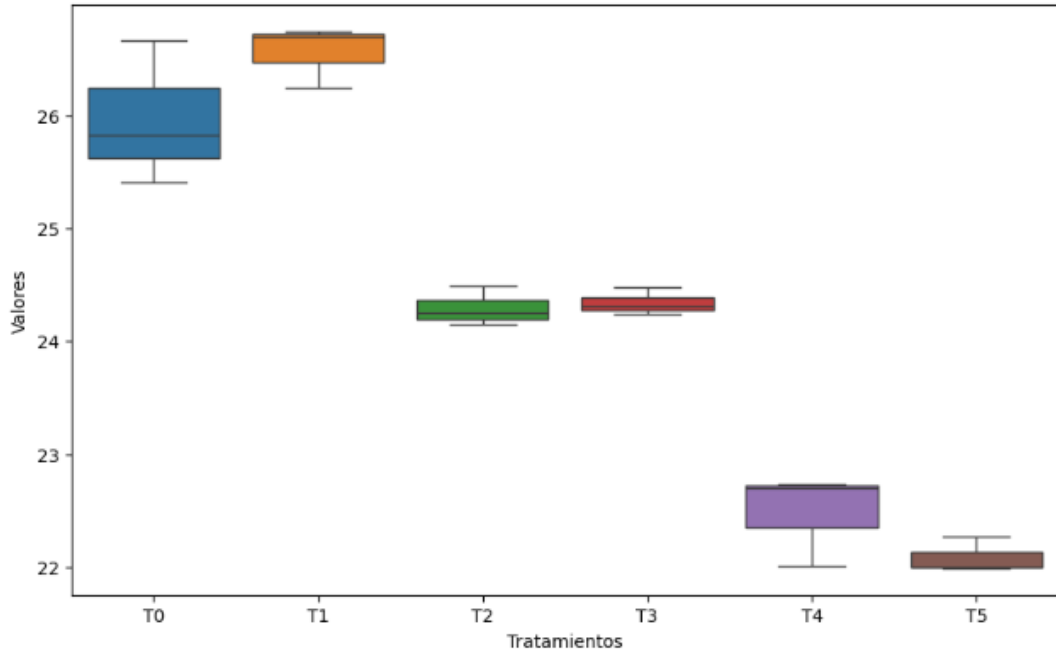


Figura 3. Diagrama de caja y bigote para humedad.

- pH

En la tabla 11 se evidencia que el valor de p es menor a 0.05, lo que indica que los datos no presentan una distribución normal y, por consiguiente, se clasifican como no paramétricos.

Tabla 11. Prueba de Shapiro-Wilk para pH.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,869125	0,0172126

En la tabla 12 mediante una prueba de Kruskal Wallis se puede observar que el valor de p es mayor a 0,05 por tal motivo no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 12. Prueba de Kruskal Wallis para pH.

Tratamientos	Repeticiones	Mediana	Rango promedio	Chi cuadrado	Valor de F	Valor de p
T0	3	6,13	17,0	9,93	9,95	0,0770319
T1	3	6,04	11,5			
T2	3	5,92	4,5			
T3	3	5,96	7,16			
T4	3	5,94	7,83			
T5	3	5,96	9			
General	18					

4.1.2 Resultados sensoriales

- Color

En la tabla 13 se observa que el valor de p es inferior a 0.05, lo que implica que los datos no tienen una distribución normal, por ende, son considerados no paramétricos.

Tabla 13. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de color.

	Normal
DMAS	0,187276
DMENOS	0,221709
DN	0,221709
Valor-P	0,0

En la tabla 14 se obtuvo como resultado un valor de p menor a 0,05 en lo referente al atributo color por tal motivo existe diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis formó grupos homogéneos, destacando al tratamiento testigo, sin sustitución de malta, como el de mayor aceptación en cuanto a color. Sin embargo, el tratamiento 1, con un 10% de sustitución, también es una excelente opción, ya que pertenece al mismo grupo (A) que el tratamiento testigo.

Tabla 14. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de color.

Tratamientos	Mediana	G.H	Valor de p
T0	5,0	A	0,0000
T1	4,0	AB	
T5	4,0	BC	
T3	4,0	BC	
T2	3,0	BC	
T4	3,0	C	

- Olor

En la tabla 15 el valor de p es menor a 0.05, lo cual demuestra que los datos no siguen una distribución normal, por lo tanto, se determinan como no paramétricos.

Tabla 15. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de olor.

	Normal
DMAS	0,202252
DMENOS	0,207099
DN	0,207099
Valor-P	0,0

En la tabla 16 se muestra los resultados de la prueba Kruskal Wallis para el parámetro olor, en donde se observa que el valor de p fue mayor a 0,05 por tal motivo se puede concluir que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Tabla 16. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de olor.

Tratamientos	Mediana	Valor de p
T0	4,0	0,0868
T1	4,0	
T2	4,0	
T3	4,0	
T4	3,5	
T5	3,0	

- Sabor

La tabla 17 muestra un valor de p inferior a 0.05, confirmando que los datos no se ajustan a una distribución normal, por lo tanto, se categorizan como no paramétricos.

Tabla 17. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de sabor.

	Normal
DMAS	0,184724
DMENOS	0,218871
DN	0,218871
Valor-P	0,0

En la tabla 18 se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Kruskal Wallis para el atributo sabor, donde se determina que existe diferencia significativa ya que el valor de p es menor que 0,05. La prueba de comparaciones múltiples formó grupos homogéneos, destacando el tratamiento testigo, sin sustitución de malta, como el de mayor aceptación en sabor. Además, el tratamiento 1, con un 10% de sustitución, es una excelente alternativa, ya que también pertenece al grupo (A) junto al tratamiento testigo.

Tabla 18. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de sabor.

Tratamientos	Mediana	G.H	Valor de p
T0	4,0	A	0,0000
T1	4,0	AB	
T5	3,5	BC	
T2	4,0	BC	
T3	3,0	BC	
T4	3,0	C	

- Consistencia

En la tabla 19 se aprecia que el valor de p es inferior a 0.05, lo que confirma que los datos no siguen una distribución normal y, en consecuencia, son clasificados como no paramétricos.

Tabla 19. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de consistencia.

	Normal
DMAS	0,165276
DMENOS	0,248613
DN	0,248613
Valor-P	0,0

En la tabla 20 se muestra los resultados estadísticos de la prueba Kruskal Wallis para el atributo consistencia, donde se determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el valor de p es menor que 0,05. La prueba de comparaciones múltiples formó grupos homogéneos, destacando el tratamiento testigo, sin sustitución de malta, como el de mayor aceptación en consistencia. Los tratamientos 1, 3 y 5 pertenecen al grupo A; sin embargo, los tratamientos 3 y 5 también están en el grupo C, donde no obtuvieron buena aceptación. Por lo tanto, solo el tratamiento 1, con un 10% de sustitución, se considera una excelente alternativa.

Tabla 20. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de consistencia.

Tratamientos	Mediana	G.H	Valor de p
T0	4,0	A	0,0000
T1	4,0	AB	
T5	4,0	ABC	
T3	4,0	ABC	
T2	4,0	BC	
T4	3,0	C	

- Aceptación global

En la tabla 21 se observa que el valor de p es menor a 0.05, lo que implica que los datos no tienen una distribución normal, es decir, se clasifican como no paramétricos.

Tabla 21. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para atributo de aceptación global.

	Normal
DMAS	0,189102
DMENOS	0,255343
DN	0,255343
Valor-P	0,0

En la tabla 22 se obtuvo como resultado un valor de p menor a 0,05 por tal motivo existe diferencia significativa entre los tratamientos. Para identificar estas diferencias,

se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis, formando grupos homogéneos. El tratamiento testigo, sin sustitución de malta, fue el de mayor aceptación general y se clasificó en el grupo A. Además, el tratamiento 1, con un 10% de sustitución, se considera una excelente alternativa al compartir el mismo grupo (A) con el tratamiento testigo.

Tabla 22. Prueba de Kruskal Wallis para atributo de aceptación global.

Tratamientos	Mediana	G.H	Valor de p
T0	4,0	A	0,0000
T1	4,0	AB	
T3	4,0	BC	
T5	3,0	BC	
T2	3,0	C	
T4	3,0	C	

4.1.3 Resultados texturales

- Dureza

En la tabla 23 muestra un valor de p inferior a 0.05, indicando que los datos no poseen una distribución normal, por ende, se consideran no paramétricos.

Tabla 23. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para dureza

	Normal
DMAS	0,181636
DMENOS	0,0963831
DN	0,181636
Valor-P	0,0381652

En la tabla 24 se puede observar los resultados relacionados al parámetro dureza, donde se obtuvo un valor de p menor a 0,05 por tal motivo existe diferencia significativa y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 24. Prueba de Kruskal Wallis para dureza

Tratamientos	Repeticiones	Mediana (N)	Rango promedio	Chi cuadrado	Valor de F	Valor de p
T0	10	5,87	8,95	22,4	25,17	0,0000
T1	10	8,71	37,6			
T2	10	7,59	24,65			
T3	10	7,34	23,2			
T4	10	8,19	33,8			
T5	10	13,24	54,8			
General	60					

En la tabla 25 mediante la prueba detallada de Dunn se evidenció que en los tratamientos existe diferencia significativa entre T0-T1, T0-T4, T0-T5, T2-T5, T3-T5.

Tabla 25. Prueba de Dunn para dureza

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
T0	-	0.003662	0.666139	1.000000	0.021957	0.0000000651
T1	0.003662	-	1.000000	0.978279	1.000000	0.414699
T2	0.666139	1.000000	-	1.000000	1.000000	0.001698
T3	1.000000	0.978279	1.000000	-	1.000000	0.000781
T4	0.021957	1.000000	1.000000	1.000000	-	0.107560
T5	0.0000000651	0.414699	0.001698	0.000781	0.107560	-

- Elasticidad

En la tabla 26 muestra un valor de p inferior a 0.05, confirmando que los datos no se ajustan a una distribución normal, por lo tanto, se categorizan como no paramétricos.

Tabla 26. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para elasticidad

	Normal
DMAS	0,478855
DMENOS	0,351769
DN	0,478855
Valor-P	0,0

En la tabla 27 según los resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis se observa que los tratamientos son estadísticamente iguales ya que el valor de p es mayor a 0,05 referente a la variable elasticidad.

Tabla 27. Prueba de Kruskal Wallis para elasticidad

Tratamientos	Repeticiones	Mediana (mm)	Rango promedio	Chi cuadrado	Valor de F	Valor de p
T0	10	8,77	26,6	3,39	0,80	0,63858
T1	10	8,84	35,05			
T2	10	8,87	31,2			
T3	10	8,94	35,5			
T4	10	8,90	8,90	30,65		
T5	10	8,76	8,76	24,0		
General	60					

- Adhesividad

En la tabla 28 se observa que el valor de p es menor a 0.05, lo que implica que los datos no tienen una distribución normal, es decir, se clasifican como no paramétricos.

Tabla 28. Prueba de Kolmogórov-Smirnov para adhesividad

	Normal
DMAS	0,318753
DMENOS	0,331247
DN	0,331247
Valor-P	0,00000382564

En la tabla 29 se detallan los resultados estadísticos para el parámetro adhesividad según la prueba de Kruskal Wallis indica que los tratamientos son estadísticamente iguales debido a que el valor de p es mayor a 0,05.

Tabla 29. Prueba de Kruskal Wallis para adhesividad

Tratamientos	Repeticiones	Mediana (mJ)	Rango promedio	Chi cuadrado	Valor de F	Valor de p
T0	10	0	25,35	5,18	0,46	0,39406
T1	10	0	31,7			
T2	10	0	26,25			
T3	10	0	28,8			
T4	10	0	32,6			
T5	10	0,1	38,3			
General	60					

4.1.4 Resultados microbiológicos

En la tabla 30 se muestran los resultados microbiológicos para el mejor tratamiento T0, se obtuvo un valor menor a 10 UFC tanto para mohos y levaduras, estos valores se encuentran dentro de lo que establece la norma colombiana NTC 1363 requisitos generales para pan, con estos resultados el pan es apto para el consumo humano.

Tabla 30. Resultados microbiológicos

Requisitos	Unidad	Máximo	Resultados	Método de ensayo
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC	10^3	< 10	NTC 1363

Tabla 31. Cuadro comparativo de las características evaluadas

Tratamientos	Análisis fisicoquímico			Análisis textural			Análisis sensorial			
	pH	Humedad	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Color	Olor	Sabor	Consistencia	Aceptación g
T0	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
	6,13	25,97	5,87	0	8,77	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0
T1	A	A	B	A	A	B	B	B	B	B
	6,04	26,57	8,71	0	8,84	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
T2	B	B	B	A	A	C	B	B	B	C
	5,92	24,30	7,59	0	8,87	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0
T3	B	B	B	A	A	B	B	C	B	B
	5,96	24,35	7,34	0	8,94	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0
T4	B	B	B	A	A	C	B	C	C	C
	5,94	22,49	8,19	0	8,90	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0
T5	B	B	C	A	A	B	B	C	B	C
	5,96	22,09	13,24	0,1	8,76	4,0	4,0	3,5	4,0	3,0

Nota: En la siguiente tabla se observa la comparación entre los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 y T5 mediante tres tipos de análisis fisicoquímico, análisis textural y análisis sensorial, destacando las mejores propiedades y mayor aceptación global.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1 Resultados fisicoquímicos

- Humedad

En la norma INEN 2945 sobre requisitos del pan se establece que el valor máximo de humedad debe ser 45,0 %, en el caso de la presente investigación este parámetro presentó un valor medio para todos los tratamientos 24,29 +/- 1,79% apegándose a lo que esta norma establece. Además, Jaramillo (2019) en su estudio sobre la elaboración harina de cebada para la utilización de un prefermento en pan común, obtuvo como resultado un valor de humedad de 35, 23%; 40,66% y 40,64% para sus tratamientos PC2R1 (75% harina de trigo + 30% prefermento de harina de cebada), PC2R2 (75% harina de trigo + 30% prefermento de harina de cebada), PC2R3 (75% harina de trigo + 30% prefermento de harina de cebada) respectivamente. Del mismo modo Córdova (2018) en su trabajo de investigación sobre la elaboración de pan integral con harina de trigo y harina de cebada germinada cruda y tostada obtuvo valor de humedad que oscilan entre 39,90% a 40,5%. De acuerdo con el análisis estadístico comparativo entre los tratamientos desarrollados mediante la prueba de Kruskal Wallis se observa en la tabla 8 que al menos dos de los tratamientos presentan diferencias significativas y en la tabla 9 se muestran los resultados de la prueba de Dunn en donde se identificó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre T1 Y T5, siendo T1 el que mayor valor arroja en este sentido.

- pH

Para el pH la norma INEN 2945 indica que el valor mínimo debe ser 4,3 y máximo 7,0, en esta investigación, este parámetro mostró un valor promedio de 5,98 +/- 0,07 en todos los tratamientos, cumpliendo con lo que establece la norma. Por su parte Pérez *et al.*, (2023) en su estudio sobre el desarrollo de un producto de panificación con harinas de leguminosas y cereales obtuvieron valores de pH entre 5,4 y 5,8 para sus diferentes combinaciones. De igual manera Urbina *et al.*, (2015) en su trabajo sobre la elaboración de panes con una combinación de harina de maíz y harina de quinua obtuvieron como resultado un valor de pH 6,18%. Así mismo Quintana (2020) en su investigación sobre la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y kiwicha germinadas obtuvieron valores de pH entre 5,96 a 6,07.

Según el análisis estadístico de los tratamientos ejecutados mediante la prueba de Kruskal Wallis se observa en la tabla 10 que el pH osciló entre 5,96 y 6,13, en donde se identificó que todos los tratamientos son estadísticamente iguales debido a que el valor de p fue mayor a 0,05.

4.2.2 Resultados sensoriales

Los resultados del análisis sensorial demuestran que a excepción del atributo olor en donde todos los tratamientos resultaron tener una valoración estadísticamente igual, T0 (0% de harina de malta activada -100% de harina de trigo); T1 (10% de harina de malta activada -90% de harina de trigo) mostraron las mayores puntuaciones en la valoración de los atributos color, olor, sabor, consistencia y aceptación global.

Con base en esto se puede señalar que la hipótesis alternativa de la investigación es aceptada desde esta perspectiva, es decir la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) influye en las características sensoriales del pan blanco obtenido al igual que lo establecido por Caicedo (2011) en su investigación sobre la aceptabilidad de un pan elaborado con mezcla de harina de trigo y cebada quien obtuvo como resultado que los jueces evaluaron con mejor puntuación a los tratamientos que poseían hasta un 30% de harina de cebada en sus atributos tanto de color, olor, sabor, consistencia y aceptación global. A esto se puede sumar los aportes establecidos por Córdova (2018) en su investigación sobre la elaboración de un pan integral con una mezcla de harina de trigo y cebada germinada cruda y tostada, quien obtuvo que el mejor tratamiento evaluado sensorialmente para los atributos de color, olor, sabor, consistencia y aceptación global fue T2 (80% Harina de trigo integral + 20% de harina de malta germinada cruda), los resultados obtenidos concuerdan con las demás investigaciones ya que los jueces evaluaron con un puntaje mayor al tratamiento testigo que no posee harina de malta activada, seguidamente el tratamiento mejor evaluado fue T1 (10% harina de malta activada + 90% de harina de trigo) la mediana para todos los atributos fue de 4 equivalente a me gusta.

4.2.3 Análisis de características texturales

- Dureza

Márquez (2010) en su estudio sobre la elaboración y evaluación textural de un pan con harina de trigo y malta obtuvo valores para dureza entre 4,0 N a 14 N, estos valores son adecuados ya que la harina de trigo es rica en gluten, retiene agua y

genera masas de buena consistencia, los tratamientos sustituidos con un porcentaje máximo de 50% de harina de malta presentaron buenas características de dureza. Además, Gupta *et al.*, (2008) realizaron estudios sobre un producto de panificación a base de una mezcla de harina de cebada y arroz indiano, en la que obtuvieron como resultados que los tratamientos que poseían un porcentaje menor a 30% de harina de cebada presentaron buena dureza, pero los tratamientos formulados con un porcentaje mayor a 30% de harina de cebada presentaron valores de dureza no aptos debido a que la masa posee mayor índice de absorción de agua. Así mismo, Alvis *et al.*, (2015) realizaron un análisis de perfil de textura en panes elaborados con mezclas de harina de trigo y de arroz integral donde obtuvieron como resultado valores de dureza que están entre 4,0 N a 10,7 N siendo productos estables. Los resultados de dureza de esta investigación tienen la misma tendencia de las investigaciones ya que los valores oscilaron entre 5,87 N para T0 (0% harina de malta activada + 100% harina de trigo) y 13,24 N para T5 (30% harina de malta activada y 70% de harina de trigo); en la tabla 21 se evidencia que al aumentar el porcentaje de harina de malta activada los productos adquieren más dureza.

- Elasticidad

Baños (2017) en su investigación sobre la caracterización textural de pan de harina de trigo con fibra soluble obtuvo como resultado valores para elasticidad de 13,9 mm para el tratamiento T0 (0% fibra soluble + 100% harina de trigo) y 12,7 para T5 (5% fibra soluble + 95% harina de trigo). Resultados similares obtuvo Alvis *et al.*, (2015) en su investigación sobre el análisis de perfil de textura en panes elaborados con mezclas de harina de trigo y de arroz integral obtuvieron como resultados valores de elasticidad entre 9 mm a 12 mm afirmando que con estos resultados es posible obtener panes de buena calidad con diferentes mezclas de harinas. Además, Gumes (2009) en su investigación sobre las propiedades de textura de panes elaborados con una mezcla de harina de jatropha curcas, trigo y cebada, obtuvo como resultados valores de elasticidad de 19,0 mm a 23 mm, estos valores indican que la masa es extensible y previene la ruptura de membranas entre celdas de aire, corroborando estos resultados dichos valores concuerdan con lo obtenido en la investigación ya que los valores de elasticidad están entre 8,76 mm para T5 (30% harina de malta activada + 70% harina de trigo) y 8,94 mm para T3 (20% harina de malta activada + 80% harina de trigo).

- Adhesividad

Bajaña y Setti (2015) en su estudio denominado sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano en la elaboración de pan obtuvieron como resultados para el parámetro de adhesividad valores de 0,02 T1 (10% harina de plátano + 90% harina de trigo), 0,01 mJ T2 (20% harina de plátano + 90% harina de trigo), T3 0,01 mJ (30% harina de plátano + 90% harina de trigo). Además, Freire (2019) en su estudio sobre la elaboración de panes con sustitución parcial de harina de trigo con fuentes alternativas de proteínas, obtuvo un valor de adhesividad entre -0,09 mJ a -1,47 mJ, los valores negativos para este parámetro significan que el producto es físicamente pegajoso. En la investigación se obtuvo un valor de 0 mJ para adhesividad en todos los tratamientos a excepción del tratamiento T5 (30% harina de malta activada+ 70% harina de trigo), aunque no presentan diferencias significativas, el tratamiento T5 que posee mayor porcentaje de harina de malta activada tiene un valor mayor de adhesividad esto se debe a que la harina de malta contiene proteína esta proteína no tiene la misma capacidad del gluten para retener gas en la fermentación, los valores obtenidos para este parámetro indican características reológicas aceptables.

4.2.4. Resultados microbiológicos

En la norma INEN 2945 para productos de panificación no se establece los parámetros microbiológicos que debe presentar el pan; sin embargo, la norma colombiana NTC 1363 requisitos generales para pan establece que el producto no debe presentar como máximo 10^3 UFC para Mohos y levaduras, en la investigación se determinó que el pan contenía un valor menor a 10 UFC por lo tanto es apto para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La sustitución parcial de harina de trigo por harina de malta activada permitió obtener un pan blanco de buena calidad debido a que todos sus tratamientos cumplieron con todos los parámetros fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 2945.
- En el análisis de los parámetros texturales, se observa que, en el parámetro de dureza, los mejores tratamientos corresponden a T0, T2 y T3. En cuanto a la elasticidad, los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas, es decir todos los tratamientos mantienen una elasticidad similar. En el caso de la adhesividad, se observa que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, a excepción de T5 que presenta una media de 0,1.
- El análisis sensorial permitió determinar que el mejor tratamiento fue T0 (0% harina de malta activada + 100% harina de trigo), debido a que presentaba buen color, olor, sabor, consistencia y aceptación global. Además, el tratamiento T1 (10% harina de malta activada + 90% harina de trigo), es una excelente alternativa, ya que presentó un balance satisfactorio entre propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales.
- El análisis microbiológico del mejor tratamiento T0(0% harina de malta activada+100% harina de trigo) indicó que el producto es apto para el consumo humano ya que cumple con los parámetros microbiológicos establecidos en la norma colombiana NTC 1363 requisitos generales para pan.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de pan con harina de malta activada es recomendable investigar aditivos que permitan mejorar el sabor, ya que la harina presenta un ligero regusto amargo.
- En la elaboración de pan es recomendable sustituir hasta un 10% de harina de malta activada ya que a este porcentaje se forma una buena masa con buenas características texturales de dureza, adhesividad y elasticidad.
- Es recomendable investigar la sustitución parcial de otro tipo de harinas como quinua, amaranto, haba, centeno ya que aportan beneficios nutricionales y fibra al producto.
- La harina de malta activada contiene fibra importante para las dietas alimentarias por tal motivo es recomendable desarrollar nuevos productos como galletas, pastas, pasteles que contengan este tipo de harina.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, M. (2010). *La cebada*. Madrid: Acribia.
- Albarrán, M., Anglas, J., Cachi, J., Chuquiviguel, C., & Zegarra, A. (2018). *Proceso de Panificación*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Alvis, A., Pérez, L., y Arrazola, G.. (2015). *Estudio de propiedades físicas y viscoelásticas de panes elaborados con mezclas de harinas de trigo y de arroz integral*. *Información tecnológica*, 22(4), 107-116.
- Bajaña, A., y Setti, C. (2015). *Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de banano y su efecto en las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde* (Bachelor's thesis, Espol).
- Baños, A. (2017). *Caracterización reológica de masas de harina de trigo adicionadas con fibra soluble*.
- Bermeo, A. (2021). *Harina de malta activada, el superalimento que está revolucionando las dietas saludables*. Obtenido de https://www.elconfidencial.com/decompras/hogar/2021-06-15/harina-malta-activada_3124619/
- Caicedo, R. (2011). *Estudio De Aceptabilidad De Pan Elaborado Con Mezclas De Harina De Trigo (Canadiense) Y Cebada (INIAP Canicapa) Para La Generación De Panaderías Tipo Artesanal En El Canton Ambato* (Bachelor's thesis).
- Caiza, F. (2022). *Introducción al trigo*. Madrid: Real Academia Española.
- CANAINPA. (2018). *Harina de malta*. México: Industrial de alimentos.
- Chamorro, A. (2017). *La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan*. Lima: Congreso Nacional de Investigación.
- Checa, N. (2023). *Análisis de la cadena productiva de la cebada maltera en la sierra centro del Ecuador período 2015-2018*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Cocinatis. (19 de Mayo de 2022). *Cebada, un cereal de gran valor nutritivo, rico en vitaminas y minerales saludables para nuestro organismo*. Obtenido de <https://www.cocinatis.com/como-cocinar/consejos-trucos/cebada-un-cereal-de-gran-valor-nutritivo.html>

- Córdova, S. (2018). *Elaboración de pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca e integral (triticum spp) con harina de cebada germinada (hordeum vulgare) cruda y tostada*. Imbabura: Universidad Técnica del Norte .
- Córdova, S. (2018). *Elaboración de pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca e integral (Triticum spp) con harina de cebada germinada (Hordeum vulgare) cruda y tostada*. Imbabura: Universidad Técnica del Norte.
- Dalleva, M. (11 de Julio de 2018). *Tecnología de los cereales*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/235988391/TECNOLOGIA-DE-LOS-CEREALES-pdf>
- Ecocóin. (2020). *Harina de malta activada, libre de impurezas y adiciones de cualquier tipo*. España: Harinas ecológicas molidas a piedra.
- Enciso, O y Pilar, R. (2023). *Validación de proceso y producto en la elaboración de panadería congelada en una empresa del sector retail*.
- Espinoza, W. (2018). Los cereales como fuente de alimentación primaria para la humanidad. *Multi-Ensayos*.
- Falconi, E., Garófalo, J., Llangarí, P., & Espinoza, M. (2010). *El cultivo de cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad*. Argentina: INIAP.
- FECHAC. (2021). *Nuestro compromiso con los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. México: Fundación del Empresariado Chihuahuense.
- Freire, F. (2019). *Elaboración de panes con sustitución parcial de harina de trigo con fuentes alternativas de proteínas*.
- García, A. (2016). *Estructura y morfología de los cereales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, O. (2017). *El malteo de la cebada*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Gumes, V. (2009). *Propiedades de textura, extensibilidad y adhesividad de masas elaboradas con mezclas de harinas de jatropha curcas y concentrado de cebada*.
- Gupta, M., Bawa, A y Semwal, A. (2008). *Effect of barley flour on development of rice-based extruded snacks*. *Cereal Chemistry*, 85(2), 115-122.
- Gutiérrez, V. (2017). *El trigo y sus características* .
- IEPAN. (2017). *Elaboración de pan a base de malta activada incorporando avena y nueces*. Venezuela: La escuela de panadería.

- INEN-616. (2006). Harina de trigo, requisitos. En *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Ecuador - Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>
- INIAP. (2020). *La Cebada (Hordeum vulgare) Generalidades y variedades mejoradas para la sierra ecuatoriana*. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- INNOGRAIN. (2021). *Azúcares en panificación*. Obtenido de <https://innograin.uva.es/2021/06/15/azucars-en-panificacion/>
- Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá . (s.f.). *Cereales y sus productos* . Obtenido de <https://aprendizaje.mec.edu.py/dw-recursos/system/content/c171493/600%20-%20Ciencias%20aplicadas,%20Tecnologia/610%20-%20Ciencias%20medicas.%20Salud.%20Medicina/Cereales%20y%20sus%20Productos.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura . (2015). *Estudio de mercado y la producción de quinua en Perú*. Lima: Erika Soto.
- Jaramillo, V. (2019). *Elaboración de harina de cebada (Hordeum Vulgare L) para la utilización de polish en pan común (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*.
- López, H. (2015). *Estudio de las características reológicas de la mezcla de harina de trigo (triticum aestivum), con harina de cebada (hordeum vulgare) y arveja (pesium sativum) para la elaboración de pan de molde integral*.
- Márquez, A. (2010). . *Elaboración y evaluación de un producto de panificación con harina de cebada*.
- Martínez, M. (2022). *Evaluación de parámetros bioquímicos relacionados con la calidad maltera en 12 líneas comerciales de cebada cervecera (Hordeum vulgare)*. Viedma, Argentina: Universidad Nacional de Río Negro .
- Medallo, M., Matus, I y Madariaga, R. (2008). *Antecedentes sobre el centeno en Chile*. Chile: Rocío Sasmay M.
- Mendez, Z. (2015). *La harina de trigo*.
- Mendoza, P. (2021). *Propiedades de la harina de malta activada, el super alimento que revoluciona las dietas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mesas, J y Alegre, M. (2022). *El pan y su proceso de elaboración the bread and its processing o pan eo seu proceso de elaboración*. CYTA-Journal of Food.

- Moreta, M. (2015). 48 000 toneladas de harina consume el país. *Líderes*.
- Noriega, B. (2018). *El pan y su proceso de elaboración*. México: Ciencia y Tecnología Alimentaria.
- Ors, E y Goktas, Z. (2022). *Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics. REVISTA ESPANOLA DE NUTRICION HUMANA Y DIETETICA*, 26.
- Ortega, I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)*, 7(2).
- Pérez, P., Herrera, A., y Aguilar, M. (s.f.). *Desarrollo de un producto de panificación con harinas de leguminosas y cereales complementado con trüb. Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 686-696.
- Quintana, P. (2020). *Elaboración y caracterización fisicoquímica de pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinoa willd) y kiwicha (amaranthus caudatus l.) germinadas*.
- Ramírez, N. (2015). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Revista ReCiTeIA.
- Regueiro, V., Mauriz, C., Fero, C., Plana, S y Rey, C. (2015). *Introducción al análisis sensorial Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos. IV Concurso incubadora de sondaxes e experimentos. Sociedad Gallega de Fomento de la Estadística y la Investigación Operativa*.
- Reyes, M. (2015). *Los cereales y su clasificación*.
- Rivera, A. (2015). *Denominaciones del pan*. Obtenido de <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19056/11/CAPITULO%201%20JUNIO.pdf>
- Rosero, M. (2020). *Tipos de harinas*. Obtenido de <https://www.collegesidekick.com/study-docs/5920083>
- Sifre, M., Simó, M., Segura, A., Simó, P y Tosca, P. (2019). *La Harina*. España- Castellón de la Plana: Universitat Per a Majors Seu del Nord - San Mateu.
- Urbina, P., Alarcón, R., Guevara, G Y Mera, O. (2015). *ELABORACIÓN DE PETI-PANES PARA CELIACOS Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA*.
- Villanueva, R. (2010). *Enzimas en panificación*. Obtenido de [file:///C:/Users/vanessa/Downloads/3054-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11467-1-10-20181206%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/vanessa/Downloads/3054-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11467-1-10-20181206%20(1).pdf)

Villar, J. (2014). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (Ipomoea batatas var. bush buck) en las características físico-químicas y sensoriales del pan blanco (Doctoral dissertation, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano).*

VII. ANEXOS

Anexos 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:	BERNAL IBUJÉS CLARA IBETH	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401877949
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	PHD. GUALBERTO GERARDO LEÓN REVELO	DOCENTE TUTOR:	PHD. MARCO RUBÉN BURBANO FULLES
DOCENTE:	MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo (<i>Triticum</i>) por harina de malta activada (<i>Hordeum vulgare</i>) en la elaboración de pan blanco"		

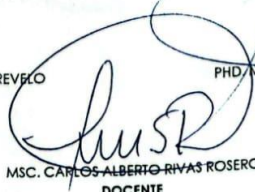
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	7,00	Incorporar elementos que permitan englobar al análisis de proteína aunque sea en el marco teórico. Incorporar los resultados del análisis de datos no paramétricos
4	RESULTADOS	8,00	
5	DISCUSIÓN	6,67	Mejorar las discusiones en cuanto a las relaciones entre los diferentes parámetros, sobre todo para la identificación del mejor tratamiento
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Mostrar mayor seguridad, reforzar conceptos y mejorar el manejo de términos técnicos
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	


Obteniendo una nota de: **7,67** 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, 13 de diciembre de 2024**


 PHD. GUALBERTO GERARDO LEÓN REVELO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
 DOCENTE


 PHD. MARCO RUBÉN BURBANO FULLES
 DOCENTE TUTOR

Anexos 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Bernal Ijujés Clara Ibeth
Fecha de recepción del abstract: 13 de enero de 2025
Fecha de entrega del informe: 15 de enero de 2025

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 la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



WALTER ANGELLY

M.A. Martha Viveros

Docente responsable del
CIDEN

Anexos 3. Obtención de harina de malta activada



Figura 4. Recepción de materia prima.



Figura 5. Limpieza y selección de la cebada.



Figura 6. Proceso de remojo.



Figura 7. Germinado



Figura 8. Secado



Figura 9. Molienda



Figura 10. Tamizado



Figura 11. Empacado

Anexos 4. Elaboración del pan blanco



Figura 12. Materia prima



Figura 13. Pesado



Figura 14. Dosificado



Figura 16. Pre- mezclado



Figura 15. Amasado



Figura 17. Fermentado



Figura 18. Moldeado



Figura 19. Horneado



Figura 20. Enfriado



Figura 21. Empacado y almacenado

Anexos 5. Hoja de cata



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



CARRERA DE ALIMENTOS
HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha:

Edad:

Tema: "Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum*) por harina de malta activada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de pan blanco".

Los datos que se van a obtener son para fines académicos.

Instrucciones

- Enjuague su paladar con agua antes y después de evaluar cada muestra.
- Califique el nivel de aceptación de cada atributo (Sabor, olor, color y consistencia) mediante una escala hedónica de 5 puntos.

Escala	Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestras	Atributo				
	Sabor	Olor	Color	Consistencia	Aceptación Global
457					
755					
836					
198					
570					
325					

Recomendaciones:

Anexos 6. Análisis fisicoquímicos



Figura 22. Determinación de humedad



Figura 23. Determinación de pH

Anexos 7. Evaluación sensorial



Figura 24. Prueba sensorial

Anexos 8. Análisis microbiológico

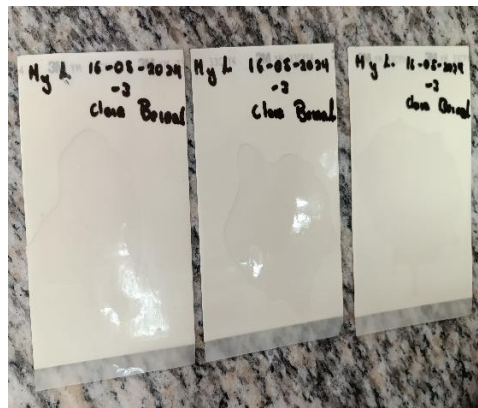


Figura 25. Análisis microbiológico

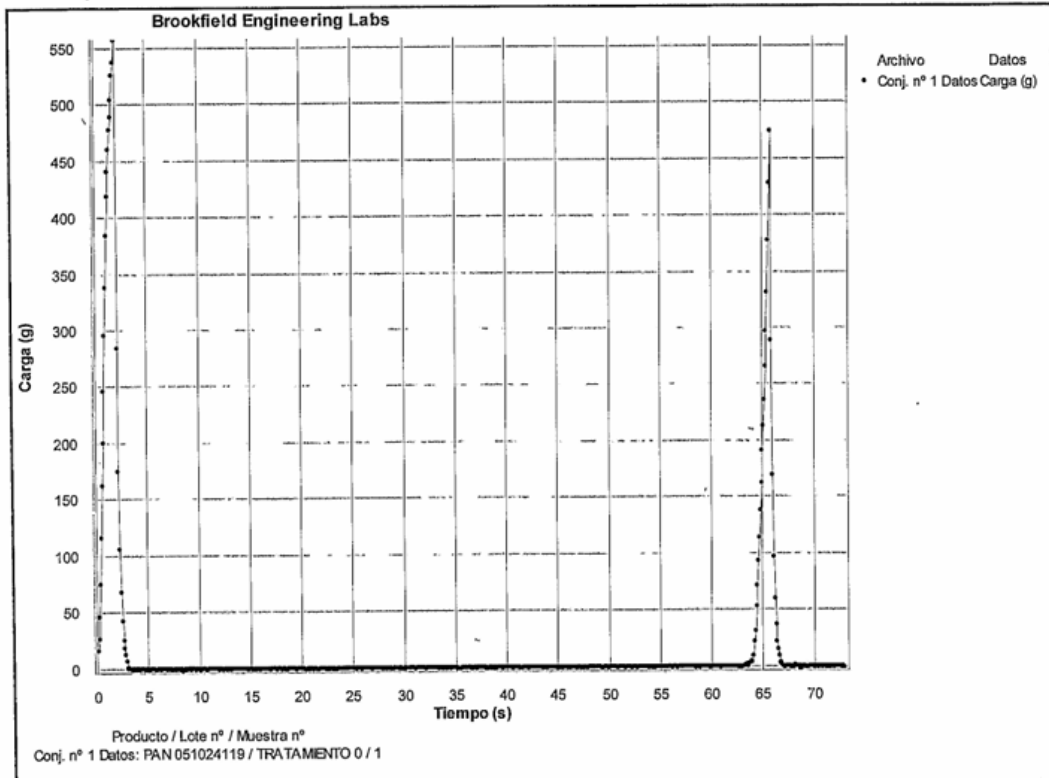
Anexos 9. Resultados de textura T0

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto: PAN 051024119		
Nº lote: TRATAMIENTO 0		
Nº muestra: 1		
Dimensiones:		
Forma: Bloque		
Longitud: 90,00 mm		
Anchura: 90,00 mm		
Altura: 25,00 mm		
Método Test		
Fecha: 17/04/2024		Hora: 14:23:31
Tipo de Test: APT		Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 10,0 mm		Mismo activador: Exacto
Esperar t.: 0 s		Velocidad Pretest: 0,5 mm/s
Carga Activación: 5 g		Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 5 mm/s		Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 5 mm/s		Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2		Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	557 g	
Adhesividad:	0,2 mJ	
Elasticidad:	8,66 mm	



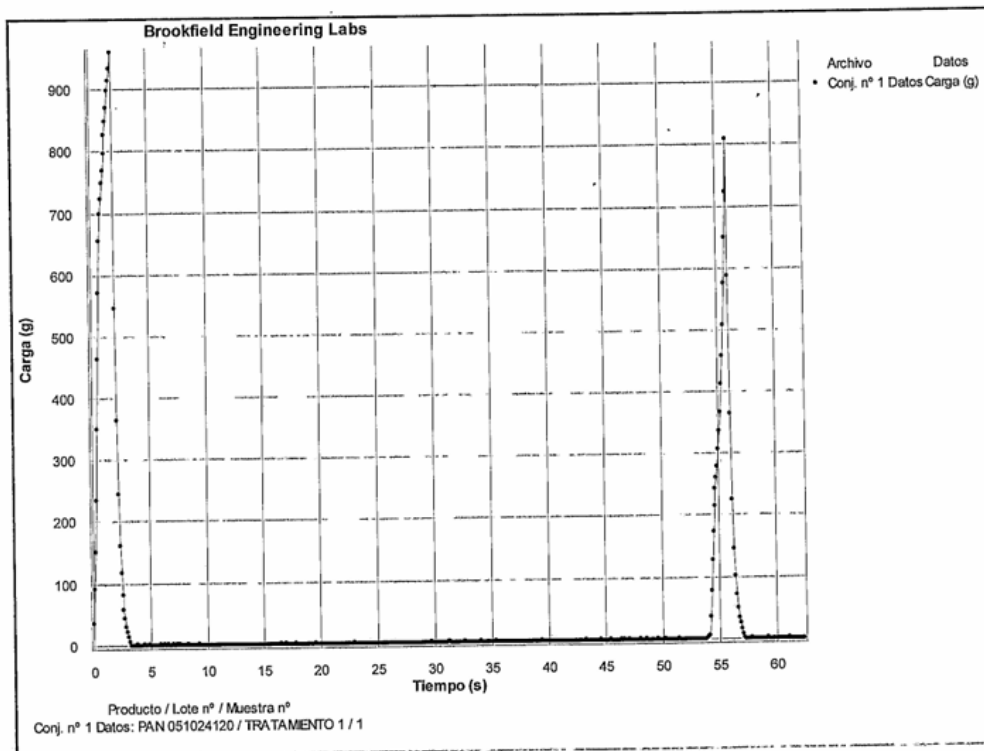
Anexos 10. Resultados de textura T1

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto: PAN 051024120		
Nº lote: TRATAMIENTO 1		
Nº muestra: 5		
Dimensiones:		
Forma: Bloque		
Longitud: 90,00 mm		
Anchura: 90,00 mm		
Altura: 25,00 mm		
Método Test		
Fecha: 17/04/2024	Hora: 14:57:25	
Tipo de Test: APT	Tpo. Recuperación: 0 s	
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto	
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 0,5 mm/s	
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg	
Vel. Test: 5 mm/s	Sonda: TA4/1000	
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI	
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g	
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	1047 g	
Adhesividad:	0,0 mJ	
Elasticidad:	9,27 mm	



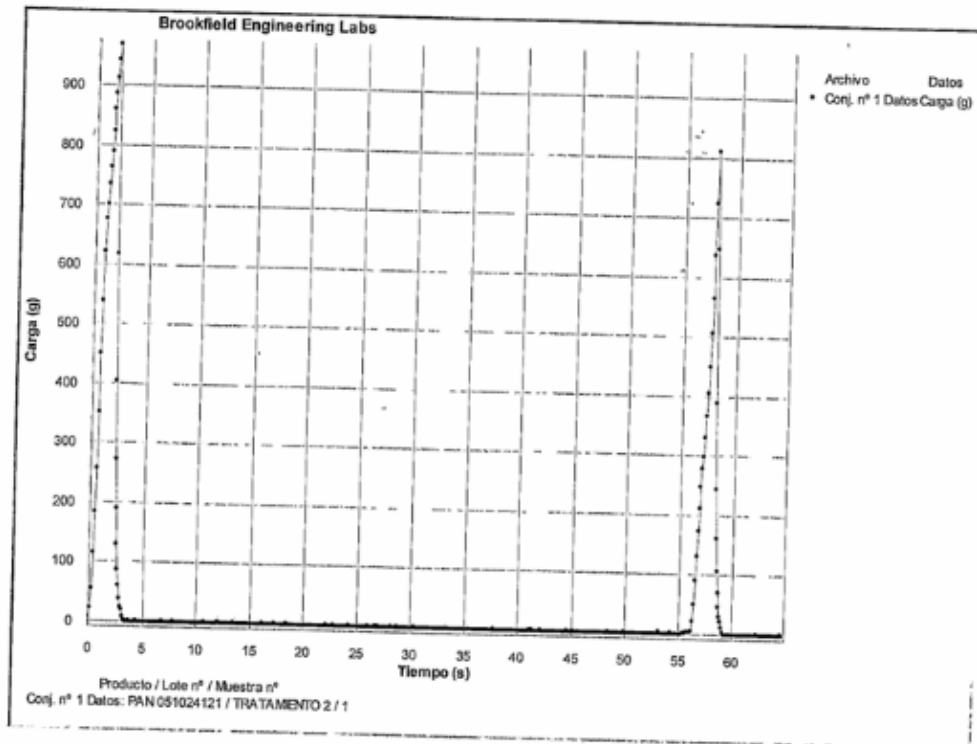
Anexos 11. Resultados de textura T2

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

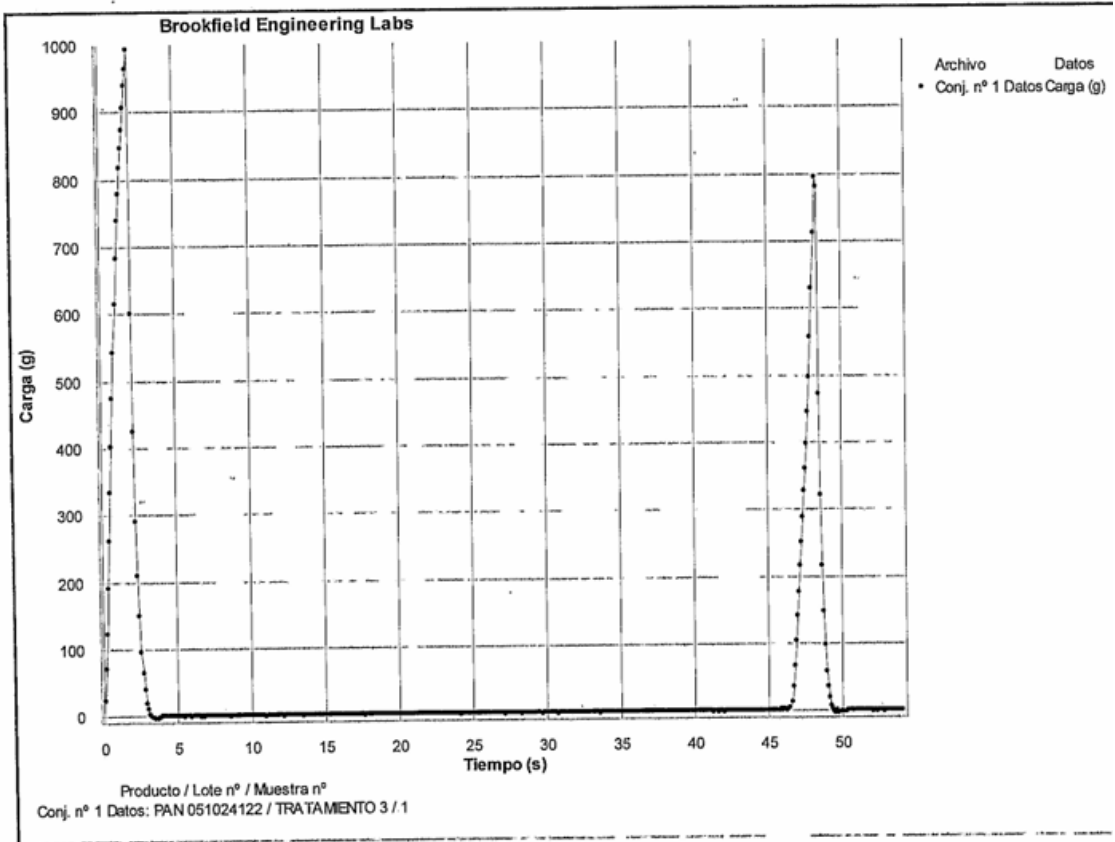
Descripción Muestra		Notas:	
Nombre Producto:	PAN 051024121		
Nº lote:	TRATAMIENTO 2		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Bloque		
Longitud:	90,00 mm		
Anchura:	90,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
Método Test			
Fecha:	17/04/2024	Hora:	15:11:52
Tipo de Test:	APT	Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest:	0,5 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	5 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	5 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	969 g		
Adhesividad:	0,0 mJ		
Elasticidad:	8,73 mm		



Anexos 12. Resultados de textura T3

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto: PAN 051024122 Nº lote: TRATAMIENTO 3 Nº muestra: 1 Dimensiones: Forma: Bloque Longitud: 90,00 mm Anchura: 90,00 mm Altura: 25,00 mm		
Método Test		
Fecha: 17/04/2024		Hora: 15:34:13
Tipo de Test: APT		Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 10,0 mm		Mismo activador: Exacto
Esperar t.: 0 s		Velocidad Pretest: 0,5 mm/s
Carga Activación: 5 g		Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 5 mm/s		Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta: 5 mm/s		Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 2		Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	994 g	
Adhesividad:	0,1 mJ	
Elasticidad:	8,95 mm	



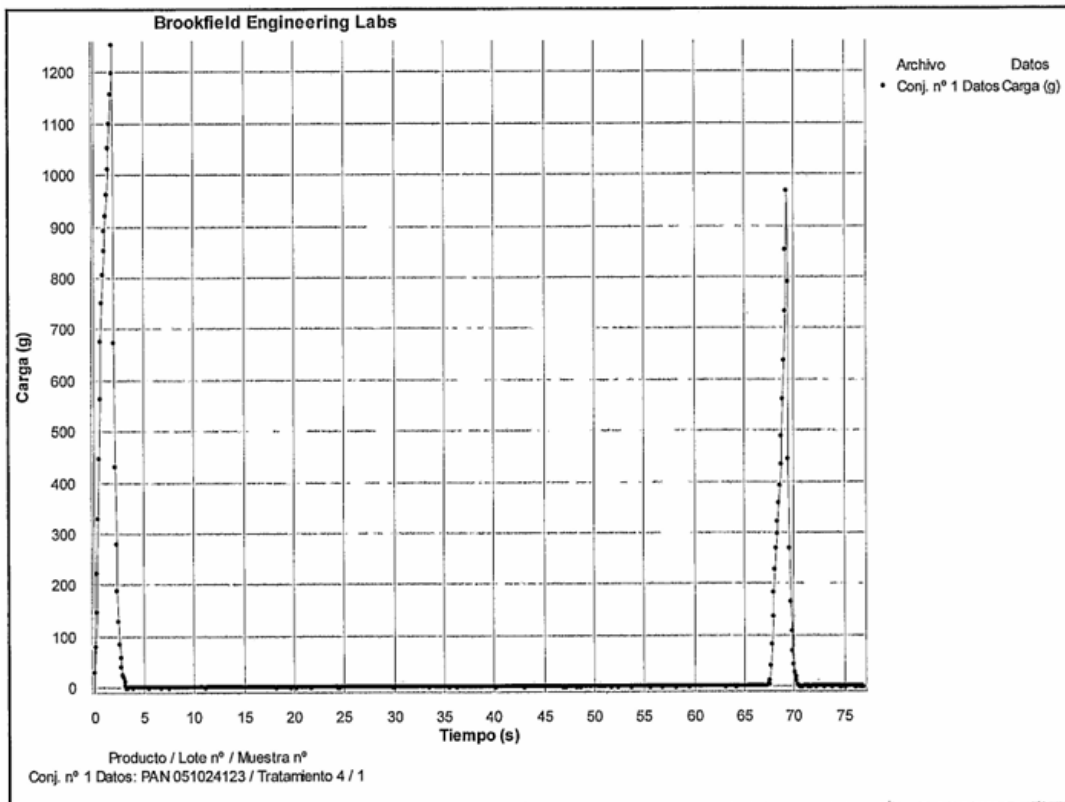
Anexos 13. Resultados de textura T4

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto:	PAN 051024123	
Nº lote:	Tratamiento 4	
Nº muestra:	1	
Dimensiones:		
Forma:	Bloque	
Longitud:	90,00 mm	
Anchura:	90,00 mm	
Altura:	25,00 mm	
Método Test		
Fecha:	17/04/2024	Hora: 16:03:33
Tipo de Test:	APT	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest: 0,5 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	5 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	1253 g	
Adhesividad:	0,0 mJ	
Elasticidad:	8,88 mm	



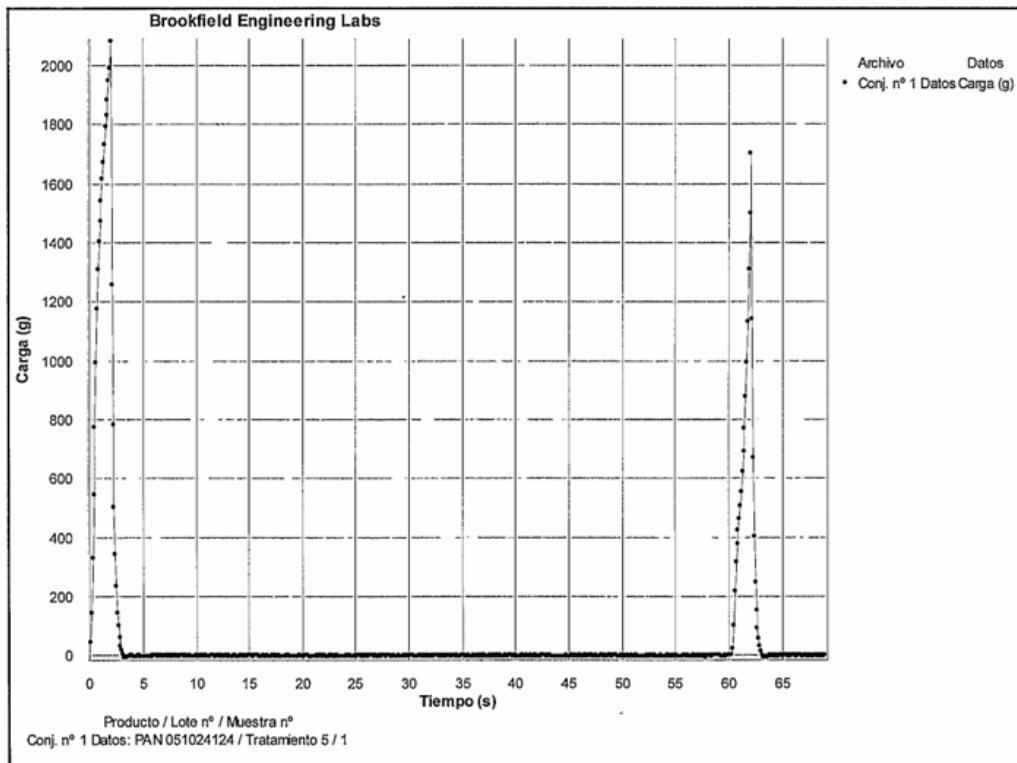
Anexos 14. Resultados de textura T5

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto: PAN 051024124		
Nº lote: Tratamiento 5		
Nº muestra: 1		
Dimensiones:		
Forma: Bloque		
Longitud: 90,00 mm		
Anchura: 90,00 mm		
Altura: 25,00 mm		
Método Test		
Fecha: 17/04/2024	Hora: 16:33:09	
Tipo de Test: APT	Tpo. Recuperación: 0 s	
Objetivo: 10,0 mm	Mismo activador: Exacto	
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 0,5 mm/s	
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg	
Vel. Test: 5 mm/s	Sonda: TA4/1000	
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI	
Contador ciclos: 2	Celda Carga: 10000g	
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	2083 g	
Adhesividad:	0,3 mJ	
Elasticidad:	8,68 mm	



Anexos 15. TE INEN 616: 2015 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	HARINA DE TRIGO REQUISITOS	NTE INEN 616:2015 Cuarta revisión 2015-01
---	---------------------------------------	--

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 (CO₂).

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	Pastelería 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 μm , 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	1×10^3	1×10^4	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 $\mu\text{g}/\text{kg}$
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

Documento: NTE INEN 616 Cuarta revisión	TÍTULO: HARINA DE TRIGO. REQUISITOS	Código ICS: 67.060
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: 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		
Comité Técnico de: Cereales y leguminosas		
Fecha de iniciación: 2014-08-06		Fecha de aprobación: 2014-10-08
Integrantes del Comité:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
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		

Anexos 16. NTE INEN 2945: 2016 Pan. Requisitos.



**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2945
2016-10

PAN. REQUISITOS

BREAD. REQUIREMENTS

PAN REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para el pan destinado al consumo humano.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

CPE INEN-CODEX 1, *Principios generales de higiene de los alimentos*

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

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

NTE INEN 526, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH*

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*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

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

3.1

pan

Producto obtenido de la fermentación y horneado de una masa básica hecha de harina de trigo, agua, levadura y sal.

3.2

pan común

Producto a base de harina de trigo, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.3

pan especial

Producto a base de harina de trigo u otro tipo de harinas solas o mezcladas, agua, levadura, con o sin sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios como, por ejemplo, huevos y sus derivados, leche y sus derivados, frutas, etc.

3.4

pan integral

Producto a base de harinas integrales de cereales, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.5**pan Integral especial**

Producto a base de harinas Integrales de cereales, agua, levadura, con o sin sal, adiccionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios, como por ejemplo, frutas, granos, oleaginosas, etc.

4. REQUISITOS

El pan, pan común, pan especial, pan Integral y pan Integral especial, deben:

4.1 estar elaborados de conformidad con lo establecido en CPE INEN-CODEX 1,

4.2 utilizar ingredientes alimentarios aptos para el consumo humano,

4.3 cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para el pan, pan común, pan especial, pan Integral y pan Integral especial

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad ^a	% ^a	-	45,0	NTE INEN-ISO 712
pH	-	4,3	7,0	NTE INEN 526

^a Hinción húmeda en base seca expresada como % en producto terminado.

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en esta tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.

4.4 cumplir con los límites máximos de aditivos alimentarios establecidos en NTE INEN-CODEX 192.

5. ENVASADO

El envase utilizado será de un material apto para productos alimenticios, resistente y que asegure la buena conservación del producto.

6. ROTULADO

El rotulado del pan debe cumplir con lo establecido en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

Anexos 17. Norma técnica colombiana para pan.

**NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA**

**NTC
1363**

2005-10-26

**PAN.
REQUISITOS GENERALES**



E. BREAD. GENERAL REQUIREMENTS

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: productos de molinería - pan; pan común - rosquillos.

I.C.S.: 67.060.00

Elaborado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Avenida 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078000 - Fax 2221423

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Edición 2005-11-08

COMPANÍA NACIONAL DE LEVADURAS
LEVAPÁN S.A.
CONALPAN LTDA.
DEL PILAR
DELGRANO
DISA S.A.
DISTRACEITES S.A.
DON MAÍZ S.A.
DOÑA ALEJA
DOÑA LUCHA
DOÑA PAISA
DOÑA PAULA
DOÑA ROSA
FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
RIALTO LTDA.
FRITOLAY COLOMBIA LTDA.
HARINERA ANTIOQUEÑA S.A.
INDACOLIANIPAN ASOCIACIÓN INDUSTRIAL
DE LA PANADERÍA Y ALIMENTOS
COMPLEMENTARIOS

INDUSTRIA DE HARINAS TULÚA LTDA.
INDUSTRIAS DEL MAÍZ S.A.
INSTITUTO PARA LA VIGILANCIA DE
MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS -INVIMA-
LISTA ALIMENTICIA S.A.
MAMIPAN DE COLOMBIA LTDA.
MAZAPÁN
MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL
MOLINOS SAN MARTÍN
NABISCO ROYAL INC
PRODUCTOS QUAKER S.A.
PRODUCTOS YUPI S.A.
PROMASA S.A.
PRONTAREPA E.U.
PURAC SITESES
UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
UNIVERSIDAD NACIONAL, LABORATORIO
DE TOXICOLOGÍA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

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 periodo 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	COMPañA 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 presenten 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 multiocreales, 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 clásica 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 blanco		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 ²	10 ³

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)	5	2	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> cepulas positivas (ufc/g)	3	2	0	0
Salmonella en 25g	3	0	0	—
Molca y Levaduras UFC/g	3	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i> UFC/g	3	1	10	10 ²

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 permitidas 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.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1363 (Segunda actualización)

7.3 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Staphylococcus aureus* coagulasa positivos

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4779.

7.4 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Salmonella* spp.

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4574.

7.5 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4132.

7.6 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE *Bacillus cereus*

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4679.

7.7 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 282.

7.8 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 282.

7.9 DETERMINACIÓN DE LA GRASA

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 668.

7.10 DETERMINACIÓN DE AZÚCAR

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 440.

7.11 DETERMINACIÓN DEL pH DEL EXTRACTO ACUOSO

7.11.1 Reactivos

Agua destilada o desmineralizada de pH 6,2 a 7. Inmediatamente antes de usar el agua se hierve durante 10 min y luego se enfría a temperatura ambiente. Si el pH del agua no está dentro del intervalo requerido, se debe destilar en un equipo de vidrio.

7.11.2 Preparación del extracto acuoso del material

Se pesan 10 g de pan y se trituran en un mortero hasta obtener una pasta fina, se agregan 100 cm³ de agua y se mezcla cuidadosamente, se deja en reposo durante 15 min, se filtra la mezcla y se recoge el filtrado en un vaso de precipitados y se determina el pH en un potenciómetro con electrodo de vidrio.

7.12 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA

7.12.1 Reactivos

- a) Éter de petróleo.
- b) Ácido sulfúrico 1,25 % (m/v) exactamente preparado.

- c) Hidróxido de sodio 1,25 % exactamente preparada.
- d) Etanol de 95 % en volumen.

7.12.2 Procedimiento

7.12.2.1 Se pesan 2,5 g de muestra libre de humedad y se somete a extracción con éter de petróleo en un aparato Soxhlet, durante 1 h, luego se transfiere el material desengrasado a un matraz de 1 dm³, se calienta hasta ebullición en un vaso de precipitados 200 cm³ de ácido sulfúrico y después se transfiere el ácido en caliente al matraz y se calienta a reflujo durante 30 min, se debe revolver constantemente el contenido del matraz evitando que el pan se adhiera a las paredes y no esté en contacto con el ácido.

7.12.2.2 Se filtra el contenido del matraz a través de un lienzo fino. (18 hilos por cm) colocado en un embudo, se lava el residuo con agua caliente hasta que el agua del lavado sea neutra, lo cual se comprueba con papel tornasol.

7.12.2.3 En un vaso de precipitados se calientan hasta ebullición 200 cm³ de hidróxido de sodio, se transfiere el residuo que quedó en el lienzo al matraz y se adiciona el hidróxido de sodio hirviendo, se calienta a reflujo al matraz durante 30 min, se retira inmediatamente el matraz y se filtra a través de un lienzo (18 hilos x cm). Se lava cuidadosamente el residuo con agua hirviendo y se transfiere a un crisol Gooch, que ha sido preparado previamente con una copa de asbesto fina pero compacta.

7.12.2.4 Después se lava el residuo, primero con agua caliente y luego con 15 cm³ de alcohol etílico. Se seca el contenido de crisol a 105 °C ± 2 °C en una estufa hasta masa constante, se enfría y se pesa. Luego se calcina el contenido del crisol en una mufla a 600 °C ± 2 °C hasta que se haya eliminado todo el carbono, se enfría en un desecador y luego se pesa .

7.12.3 Cálculos

El contenido de fibra se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{100(w_1 - w_2)}{m}$$

en donde:

- F = fibra cruda, en porcentaje en masa, en base seca.
- w₁ = masa del crisol Gooch y su contenido antes de calcinarse, en gramos.
- w₂ = masa del crisol Gooch con asbesto y cenizas, en gramos.
- m = masa del pan libre de humedad empleado para análisis, en gramos.

7.13 DETERMINACIÓN DE COLORANTES

Se efectúa de acuerdo con el método de la Association of official analytical chemists. Washington 12 ed. Official method of analysis of the association of Official Analytical Chemists. Washington AOAC, 1975 P 631(AOAC synthetic organic color additives in foods).

8. EMPAQUE Y ROTULADO

Además de lo establecido en la NTC 512-1 y la NTC 512-2 podrán incluirse en el rotulo cualquier otra especificación establecida por la autoridad sanitaria competente o la que el fabricante considere, o ambas.