



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA**

EFFECTO DE LA ENZIMA ALFA AMILASA EN LAS CARACTERÍSTICAS
SENSORIALES DE LA MIGA DE PAN DE HAMBURGUESA Y ESTUDIO DE VIDA

ÚTIL

**Línea de investigación:
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

Autora

De la Cruz Mendoza, Frescia Xiomara

Asesor

Chiyong Castillo, Javier Enrique

ORCID: 0000-0001-7574-9209

Jurado

Marín Machuca, Olegario

Santamaria Ballena, José Manuel

Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima - Perú

2025



EFFECTO DE LA ENZIMA ALFA AMILASA EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MIGA DE PAN DE HAMBURGUESA Y ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repo.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS
ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

**EFFECTO DE LA ENZIMA ALFA AMILASA EN LAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MIGA DE PAN DE
HAMBURGUESA Y ESTUDIO DE VIDA ÚTIL**

Línea de Investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

Autora:

De la Cruz Mendoza, Frescia Xiomara

Asesor:

Chiyong Castillo, Javier Enrique
ORCID: 0000-0001-7574-9209

Jurado:

Marín Machuca, Olegario
Santamaria Ballena, José Manuel
Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

A Dios

Agradecimiento

A mis padres

ÍNDICE

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	3
<i>1.1.1. Problema general.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2. Problemas específicos.....</i>	<i>4</i>
1.2. Antecedentes.....	4
<i>1.2.1. Antecedentes nacionales.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Antecedentes internacionales.....</i>	<i>5</i>
1.3. Objetivos.....	9
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>9</i>
1.4. Justificación.....	9
1.5. Hipótesis.....	10
<i>1.5.1. Hipótesis general.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.2. Hipótesis específicas.....</i>	<i>10</i>
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	11
<i>2.1.1. Actividad enzimática.....</i>	<i>11</i>
<i>2.1.2. Factores que influyen en la acción enzimática.....</i>	<i>11</i>
<i>2.1.3. Características.....</i>	<i>12</i>
<i>2.1.4. Legislación.....</i>	<i>15</i>

2.2. Pan de hamburguesa.....	15
2.2.1. <i>Características</i>	15
2.2.2. <i>Norma sanitaria para su fabricación, elaboración y expendio</i>	16
2.2.3. <i>Formulación del pan de hamburguesa</i>	17
2.3. Vida útil.....	19
2.3.1. <i>Vida útil en anaquel</i>	19
2.3.2. <i>Factores que afectan la vida útil</i>	20
2.3.3. <i>Indicadores de vida útil</i>	21
2.4. Análisis sensorial.....	22
2.4.1. <i>Características sensoriales</i>	22
2.4.2. <i>Pruebas afectivas</i>	23
2.4.3. <i>Atributos sensoriales</i>	23
2.4.4. <i>Aplicación de la evaluación sensorial</i>	26
III. MÉTODO	27
3.1. Tipo de investigación.....	27
3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i>	27
3.3. Variables.....	27
3.4. Población y muestra.....	29
3.5. Instrumentos.....	30
3.6. Procedimientos.....	32
3.7. Análisis de datos.....	41
IV. RESULTADOS	43
4.1. Evaluación sensorial de las tres formulaciones.....	43

4.1.1. Evaluación del color de la miga.....	44
4.1.2. Evaluación de la apariencia de la miga.....	46
4.1.3. Evaluación de la friabilidad de la miga.....	49
4.1.4. Evaluación del olor de la miga.....	52
4.1.5. Evaluación del sabor de la miga.....	54
4.1.6. Selección de la mejor formulación.....	57
4.2. Estudio de vida útil.....	59
4.2.1. Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro.....	59
4.2.2. Control microbiológico.....	61
4.2.3. Determinación de la vida útil del pan de hamburguesa.....	62
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	67
VIII. REFERENCIAS.....	68
IX. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios fisicoquímicos para pan común (francés, hamburguesas y similares).....	17
Tabla 2. Criterios microbiológicos para productos de panificación, galletería y pastelería.....	17
Tabla 3. Formulación de pan de hamburguesa.....	18
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	29
Tabla 5. Niveles de inclusión de enzima Alfa amilasa para elaboración de pan de hamburguesa..	33
Tabla 6. Pesos de materias primas para elaboración de pan de hamburguesa.....	33
Tabla 7. Escala de calificación de aceptabilidad para el pan de hamburguesa.....	40
Tabla 8. Prueba de normalidad.....	43
Tabla 9. Prueba de Friedman para el color de la miga.....	46
Tabla 10. Prueba de Friedman para la Apariencia de la miga.....	48
Tabla 11. Resultados de la prueba de Wilcoxon para la apariencia de la miga.....	49
Tabla 12. Prueba de Friedman para la friabilidad de la miga.....	51
Tabla 13. Resultados de la prueba de Wilcoxon para la friabilidad de la miga.....	52
Tabla 14. Prueba de Friedman para el olor de la miga.....	54
Tabla 15. Prueba de Friedman para el sabor de la miga.....	56
Tabla 16. Resumen de resultados de los atributos de las tres formulaciones.....	57
Tabla 17. Análisis microbiológico de mohos durante periodo de almacenamiento.....	61
Tabla 18. Determinación del tiempo de vida útil del pan de hamburguesa con la Formulación 1.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enzima Alfa amilasa comercial.....	14
Figura 2. Flujograma para elaboración del pan de hamburguesa.....	38
Figura 3. Calificación promedio del color de la miga de las tres formulaciones.....	44
Figura 4. Porcentajes de observación de las características del color de la miga.....	45
Figura 5. Calificación promedio de la apariencia de la miga de las tres formulaciones.....	47
Figura 6. Porcentajes de observación de las características de la apariencia de la miga.....	47
Figura 7. Calificación promedio de la friabilidad de la miga de las tres formulaciones.....	50
Figura 8. Porcentajes de observación de las características de la friabilidad de la miga.....	50
Figura 9. Calificación promedio del olor de la miga de las tres formulaciones.....	53
Figura 10. Porcentajes de observación de las características del olor de la miga.....	53
Figura 11. Calificación promedio del sabor de la miga de las tres formulaciones.....	55
Figura 12. Porcentajes de observación de las características del sabor de la miga.....	55
Figura 13. Aceptabilidad de la miga de las tres formulaciones en base a los alveolos.....	58
Figura 14. Deterioro de aceptabilidad del olor al transcurrir el tiempo de almacenamiento.....	59
Figura 15. Deterioro de aceptabilidad del sabor al transcurrir el tiempo de almacenamiento.....	60
Figura 16. Deterioro de aceptabilidad de la textura al transcurrir el tiempo de almacenamiento.....	60

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la enzima alfa amilasa en las características sensoriales de la miga de pan de hamburguesa y en su vida útil. **Método:** El estudio tuvo un enfoque cuantitativo de tipo aplicado y nivel descriptivo. El diseño experimental consistió en la adición de tres niveles de la Enzima Alfa amilasa en la formulación del pan de hamburguesa, evaluando sus características sensoriales de la miga y su vida útil. **Resultados:** El color, olor y sabor de la miga de las tres formulaciones fueron no significativas con la prueba de Friedman a un nivel de significancia del 5%. La apariencia y la friabilidad de la miga de las tres formulaciones resultaron significativas al 5% de significancia; así mismo en las comparaciones entre dos tratamientos, mediante la prueba de Wilcoxon la Formulación 1 se diferenciaba de las demás alcanzando caracterizaciones de Aceptabilidad y friabilidad esperadas en la miga del pan de hamburguesa, siendo por ello la mejor formulación con la cual se realizó el estudio de vida útil. **Conclusiones:** El tiempo de vida útil del pan de hamburguesa con la Formulación 1 según resultados de la evaluación sensorial de aceptabilidad de deterioro del producto, y de numeración de mohos quedó establecido en 18 días.

Palabras clave: alfa amilasa, pan de hamburguesa, vida útil

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of the enzyme alpha amylase on the sensory characteristics of hamburger bun crumbs and on their shelf life. **Method:** The study had a quantitative approach of applied type and descriptive level. The experimental design consisted of the addition of three levels of the Alpha amylase enzyme in the formulation of the hamburger bun, evaluating its sensory characteristics of the crumb and its shelf life. **Results:** The color, odor and taste of the crumb of the three formulations were not significant with the Friedman test at a significance level of 5%. The appearance and friability of the crumb of the three formulations were significant at 5% significance; likewise, in the comparisons between two treatments, by means of the Wilcoxon test, Formulation 1 differed from the others, achieving characterizations of Acceptability and friability expected in the crumb of the hamburger bun, being therefore the best formulation with which the shelf-life study was carried out. **Conclusions:** The shelf life of hamburger buns with Formulation 1 according to the results of the sensory evaluation of acceptability of product spoilage, and mold numbering was established at 18 days.

Keywords: alpha amylase, hamburger bun, shelf life

I. INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los alimentos más antiguos y fundamentales en la dieta humana, y constituye un componente esencial en la alimentación de las poblaciones a nivel global. No obstante, durante su almacenamiento, el pan experimenta transformaciones a nivel molecular debido a la migración de agua desde la miga hacia la corteza. Este proceso provoca un incremento en la firmeza de la miga, lo que conlleva a una disminución en la aceptación del producto por parte de los consumidores. Además, se estima que cerca del 95 % de los adultos en los países occidentales consumen pan regularmente. (Appleton y Best, 2013)

En el Perú, el consumo per cápita de pan varía entre 31 y 33 kg, este alimento representa una base adecuada de la dieta humana, por lo cual optimizar sus atributos sensoriales podría ser una estrategia efectiva para mejorar su aceptación. (Schroth, 2015; Ashouri et al., 2014)

A pesar de elaborarse con ingredientes sencillos como harina de trigo, agua, sal y levadura, el pan sigue siendo uno de los productos más populares en muchas regiones del mundo y un alimento cotidiano para una gran parte de la población. (Cozzolino et al., 2014)

Precisamente debido a su simplicidad y su alto nivel de consumo, el pan ofrece una excelente oportunidad para ser enriquecido o fortificado con componentes que aporten beneficios para la salud del consumidor. Asimismo, se pueden emplear enzimas que mejoren las propiedades de la miga. El deterioro del pan puede manifestarse de distintas formas, afectando su aceptación al momento de ser consumido. Dicho deterioro puede ser de origen físico (como la pérdida de humedad o el envejecimiento), químico (por ejemplo, la rancidez), o microbiológico (como la proliferación de levaduras, mohos y bacterias). Estos cambios, de carácter fisicoquímico, microbiológico y sensorial, dependen de una combinación de factores interrelacionados como el

pH, la actividad de agua (A_w), el tipo de producto, la formulación, el proceso tecnológico y las condiciones de almacenamiento, los cuales influyen de manera distinta en su conservación. (Cozzolino et al., 2014)

La vida útil de cada alimento se determina individualmente, y la incorporación de nuevos ingredientes en el desarrollo de productos puede modificar significativamente su duración en el anaquel. Los alimentos, por naturaleza, son perecederos y, dependiendo de sus propiedades físicas y químicas, así como de las condiciones de almacenamiento, llega un punto en el que alguna de sus características de calidad deja de ser aceptable o incluso puede representar un riesgo para la salud del consumidor.

Los productos de panadería, especialmente variedades como el pan francés, pan de hamburguesa, pan de maíz y pan integral, forman parte fundamental de una dieta equilibrada, al estar ubicados en la base de la pirámide alimentaria. No obstante, la innovación en este tipo de productos ha llevado a modificaciones en su diseño, impulsadas por las crecientes exigencias de los consumidores respecto a la calidad. En este contexto, el uso de diseños estadísticos resulta útil para satisfacer de manera eficiente las expectativas del mercado.

De acuerdo con expertos de la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (OMS/FAO, 2003), una dieta rica en polisacáridos no almidonosos, como la fibra dietética, contribuye a la pérdida de peso. Es importante señalar que la principal diferencia entre los azúcares, el almidón y la fibra radica en su valor energético: mientras que los dos primeros aportan 4 kcal por gramo, la fibra apenas proporciona menos de 0,2 kcal. Esta lenta absorción de la fibra y de alimentos con bajo índice glucémico se relaciona con una reducción en la ingesta calórica total, así como con otros beneficios para la salud de toda persona que lo consume.

Extender la frescura de los productos de panadería es un tema de constante investigación, ya que los consumidores demandan alimentos con mayor calidad, conveniencia y duración. Por esta razón, los procesos de envejecimiento del pan y las tecnologías que permiten conservar su frescura han sido objeto de continuas revisiones. (Bemiller y Gray, 2003)

En la producción industrial de panes como el francés o el de hamburguesa, las estrategias para prolongar su conservación se han enfocado principalmente en ajustar la formulación de la masa, modificar parámetros del proceso y optimizar los métodos de fabricación. El envejecimiento del pan ocurre dentro de un sistema complejo donde los componentes naturales de la harina interactúan con ingredientes funcionales añadidos como fibras naturales, cereales alternativos al trigo, concentrados proteicos y enzimas, los cuales, a través de distintos procesos tecnológicos, permiten la elaboración de una amplia variedad de productos, tanto tradicionales como innovadores, con gran aceptabilidad sensorial.

1.1. Descripción y formulación del problema

La industria de la panificación actualmente se encuentra en desarrollo, con innovación permanente fabricando productos con características funcionales y nutritivas, utilizando diversos recursos naturales mayormente de origen vegetal, pero manteniendo sus características sensoriales de aceptabilidad del producto. Todo proceso de innovación y producción pasa por diversas etapas debido a que se presentan problemas diversos, dentro de los cuales podemos mencionar las formulaciones, el proceso tecnológico, los controles fisicoquímicos y el estudio de vida útil.

La producción de pan de hamburguesa y su calidad como producto terminado siempre está en continua evaluación por los cambios de proveedores de materia prima y las imperfecciones que se presentan con más frecuencia después del horneado como es la miga con agujeros.

La buena calidad de la miga y su permanencia en el tiempo es un factor fundamental en la evaluación de los panes sean de tipo francés, hamburguesa entre otros, pero para lograr dichos niveles de calidad aceptable se requiere el uso de enzimas. Existen diversas enzimas de uso alimentario y con aplicación en la panificación y dentro de ello se tiene la enzima alfa amilasa el cual al ser añadida a la masa del pan va descomponer los almidones en azúcares que la levadura puede utilizar para la fermentación, con dicha inclusión en la formulación de la masa se puede obtener una miga más ligera y una corteza más crujiente.

1.1.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la enzima alfa amilasa en las características sensoriales de la miga y vida útil del pan de hamburguesa?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de la enzima alfa amilasa en las características sensoriales de la miga de pan de hamburguesa?

- ¿Cuál será el efecto de la enzima alfa amilasa en el tiempo de vida útil del pan de hamburguesa?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes nacionales

Contreras (2024) investigó el efecto de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de pan de árbol, junto con la adición de alfa amilasa y lactosuero, en las propiedades tecnológicas y sensoriales del pan de molde. La harina se obtuvo tras secar las semillas a 60°C durante 80 minutos, con un rendimiento del 15,86%. Mediante un diseño factorial 3x2x2 y análisis estadísticos (ANVA y prueba de Tukey), se determinó que el mejor tratamiento fue T2 (5% de

harina de pan de árbol, 20% de lactosuero y 0,03% de alfa amilasa), que destacó por su textura y volumen específico. En la evaluación sensorial se utilizó el DBCA con 18 panelistas complementado con la prueba de Tukey. El tratamiento T2 (5% HPA, 20% L, 0,03% AA) también superó al testigo, concluyéndose que más sustitución afecta negativamente el sabor, mayor lactosuero mejora el aroma y más alfa amilasa favorece el color del pan.

Albornoz (1998) analizó cómo la sustitución del proceso tradicional de masticado de la yuca cocida por un método de sacarificación enzimática impacta las propiedades sensoriales del masato, así como el efecto de usar levadura panadera durante la fermentación. Su estudio determinó que se puede emplear la alfa-amilasa bacteriana Canalpha en la producción de masato sin que ello modifique de forma relevante sus cualidades organolépticas. Se encontró que la adición de levadura Fleischman al 1% altera significativamente el sabor y aroma, aunque no afecta el color. Los parámetros óptimos para su elaboración son: cocción de la yuca a 100 °C a presión atmosférica durante 30 min; sacarificación a 65 °C durante 30 min, con un 0,02 % de enzima y pH 5,5; estandarización a 14 °Brix y pH 3,8 con una dilución de 1:2 (peso:volumen); y pasteurización a 75 °C por 15 minutos. Tras 90 días de almacenamiento, el masato elaborado no presentó variaciones significativas en la concentración de azúcares reductores ni en la acidez titulable.

1.2.2. Antecedentes internacionales

En una investigación llevada a cabo por Ronquillo (2012), se examinó el impacto de incorporar la enzima alfa-amilasa en la elaboración de pan a partir de distintos tipos de harina de trigo. El estudio aporta datos relevantes sobre el uso de mejoradores tecnológicos que permiten mejorar la calidad tanto de harinas nacionales como importadas, lo que resulta beneficioso para el sector panadero. En particular, se optimizan propiedades panificables de la masa y atributos sensoriales del pan final. Se empleó una enzima del tipo α -amilasa, que actúa sobre el almidón,

descomponiéndolo en azúcares simples, facilitando así la digestión y logrando productos con mayor volumen, suavidad y ligereza, características preferidas por grupos como niños y adultos mayores. Por ello, resulta esencial analizar el efecto de diferentes dosis de esta enzima en diversos tipos de harina de trigo.

Para caracterizar el comportamiento reológico de las masas, se utilizaron análisis con Mixolab, determinando que el tratamiento óptimo fue albo (harina importada + 70 ppm de alfa-amilasa), según un diseño estadístico A*B con un nivel de significancia del 5 %. Este tratamiento mostró propiedades reológicas similares a la harina importada y fue adecuado para elaborar pan tipo muffin. Entre sus características se destacan: pH de 7,44; acidez en ácido láctico de 0,06; dureza de 305 g; y una resistencia mecánica de 60.933 Dy/cm², evaluadas mediante pruebas de compresión y tracción.

Posteriormente, se realizó una evaluación sensorial del pan tipo muffin utilizando un diseño de bloques completos. Los resultados indicaron que el tratamiento albo fue el más apreciado por el panel de catadores, especialmente en los atributos de aceptabilidad y textura (suavidad). Además, el análisis microbiológico mostró que este pan presentó una vida útil de 26,7 días, sin que la incorporación de enzimas supusiera un aumento significativo en los costos de producción, lo cual permite su competitividad en el mercado frente a productos similares.

Por otro lado, Pérez (2022) investigó los efectos de las enzimas amilasa maltogénica y xilanasas sobre la vida útil del pan marraqueta precocido y congelado, almacenado en refrigeración. El estudio, realizado en Chile país con un consumo per cápita de pan cercano a 90 kg por año abordó el uso del pan precocido congelado como alternativa para asegurar la disponibilidad continua del producto. Debido a los costos de congelación, muchos puntos de venta optan por la

refrigeración, condición que acelera el deterioro sensorial del pan, causado principalmente por la retrogradación del almidón, lo cual afecta su calidad y genera mayores pérdidas.

El objetivo fue evaluar el comportamiento del pan marraqueta precocido y almacenado en refrigeración con la adición de enzimas. Se diseñó un experimento factorial 2^2 con tres puntos centrales, utilizando concentraciones de xilanas de 0 a 7,25 g/100 kg de harina y de amilasa maltogénica de 0 a 290 g/100 kg. Durante 10 días se evaluaron propiedades texturales, características del producto terminado y atributos sensoriales con un panel entrenado. Todos los ensayos que incluyeron enzimas mostraron menor daño mecánico comparado con el control sin enzimas. Al décimo día, el ensayo con las dosis más altas de ambas enzimas presentó la menor firmeza de miga (120,8 gF frente a 216,5 gF del control), además de una mejor elasticidad (0,958) y cohesividad (0,765). Sensorialmente, se destacó en apariencia y textura. Así, se concluye que la incorporación de amilasa maltogénica y xilanas mejora la calidad del pan refrigerado, ralentizando la retrogradación del almidón durante 10 días.

Salgado (2011) sostiene que la alimentación tiene una influencia decisiva en la salud de las personas, lo que resalta la necesidad de promover hábitos alimentarios saludables. Para lograrlo, es fundamental seguir dietas balanceadas, que incluyan los grupos alimenticios en proporciones adecuadas, según el perfil de cada individuo, y en función del nivel de actividad física que realice. Estas dietas deben ser variadas, atractivas para el consumidor, seguras e inocuas. Actualmente, factores como la amplia disponibilidad de alimentos procesados y calóricamente densos, una alimentación deficiente influenciada por la publicidad, y estilos de vida sedentarios, han contribuido al deterioro de la salud nutricional de la población.

Corrales y Erazo (2009) describen a los muffins como bizcochos horneados en moldes pequeños, caracterizados por ser suaves y húmedos en su interior. Su estudio propuso una

alternativa para la industria de la pastelería al desarrollar una formulación innovadora que emplea materias primas como almidón de achira, leche de soya y panela granulada. Esta combinación resultó en muffins con propiedades físico-químicas y nutricionales destacables.

Por su parte, Recalde y Rodríguez (2003) recomiendan el uso de mejoradores como el ácido L-ascórbico (30 y 50 ppm), enzimas xilanasas (40, 50 y 60 ppm) y α -amilasas (10 y 15 ppm) como sustitutos viables del bromato de potasio (25 ppm), un oxidante químico restringido por sus efectos adversos. De acuerdo con sus resultados experimentales, el tratamiento más efectivo fue el que combinó 30 ppm de ácido ascórbico, 40 ppm de xilanasas y 15 ppm de α -amilasa, debido a su impacto positivo en parámetros como la estabilidad, el tiempo de desarrollo de la masa, la tolerancia al amasado y el comportamiento extensográfico.

En otro estudio, Pulloquina (2011) plantea que la panificación tradicional depende casi exclusivamente de harina de trigo importado. Por ello, investigó la posibilidad de reemplazar parcialmente esta harina con alternativas nacionales como harina de papa precocida, utilizando una mezcla compuesta por 80 % de harina de trigo y 20 % de harina de papa. La investigación evaluó el efecto de enzimas como glucoxidasa y α -amilasa, determinando que el mejor tratamiento fue la combinación de 100 ppm de ácido ascórbico, 250 ppm de estearoil-2-lactilato de sodio, 30 ppm de azodicarbonamida, 75 ppm de α -amilasa y 200 ppm de glucosa oxidasa, lo que resultó en propiedades reológicas adecuadas para aplicaciones panaderas.

En síntesis, los antecedentes revisados evidencian una amplia variedad de formulaciones de masas destinadas para diferentes tipos de pan, algunas incorporan enzimas como la alfa amilasa, la cual es de uso común en la industria panificadora, tiene un efecto relevante en la calidad final del pan, especialmente en la textura y estructura de la miga. Su disponibilidad comercial y versatilidad la hacen una herramienta clave en los procesos de mejora tecnológica de panes

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la enzima alfa amilasa en las características sensoriales de la miga y vida útil del pan de hamburguesa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la enzima alfa amilasa en las características sensoriales de la miga del pan de hamburguesa.
- Evaluar el efecto de la enzima alfa amilasa en el tiempo de vida útil del pan de hamburguesa.

1.4. Justificación

Esta investigación tiene importancia para la industria alimentaria en el ámbito de la panificación, porque utiliza la enzima α -Amilasas que degrada el almidón haciendo que el producto sea más digerible por el organismo humano y por otro lado permite obtener productos de mayor volumen y finura, más ligeros, mejorando significativamente su calidad sensorial conforme demanda el consumidor. El trabajo de investigación se enfoca en la evaluación de la calidad del pan de hamburguesa, con la adición de la enzima alfa amilasa, siendo una alternativa para no añadir ningún conservante que ayude a incrementar el tiempo de vida útil del producto durante su almacenamiento, así mismo en el campo nutricional la enzima alfa amilasas desdobla los azúcares complejos presentes en el almidón en azúcares simples, haciendo que los productos sean más digeribles para el organismo humano. En el ámbito tecnológico es viable utilizar la enzima alfa amilasa en la producción de pan de hamburguesa, existiendo disponibilidad de abastecimiento en el mercado nacional. Por otro lado, la industria panadera será fortalecida elaborando panes de hamburguesa de buena calidad sensorial elaborados con la enzima alfa amilasa.

El pan de hamburguesa presenta la originalidad de un producto natural, porque se deriva de un alimento natural la enzima alfa amilasa que es de origen fúngico, en el cual se puede innovar una amplia gama de productos aprovechando su actividad de alargar el tiempo de vida útil y la acción de transformar azúcares complejos como el almidón en la harina en azúcares sencillos. De esta manera se da una alternativa de utilizar mejoradores panarios que no causen ningún efecto negativo en la salud del consumidor garantizando de esa manera una buena alimentación.

El presente proyecto de investigación tiene la misión de ofrecer nuevas alternativas alimenticias que mejoren la calidad nutricional de los consumidores a nivel nacional, por medio de la introducción al mercado de un producto sabroso, nutritivo, económico principalmente que sea más digerible para el organismo humano.

La visión de este producto es establecer un buen mercado de consumo, es producto muy apetecido por todas las personas donde su mayor beneficio es ser más digerible por el organismo humano, son de mayor volumen y finura, además más ligeros.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La enzima alfa amilasa tiene efectos en las características sensoriales de la miga y vida útil del pan de hamburguesa

1.5.2. Hipótesis específicas

- La enzima alfa amilasa tiene efecto en las características sensoriales de la miga del pan de hamburguesa.
- La enzima alfa amilasa tiene efecto en el tiempo de vida útil del pan de hamburguesa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Actividad enzimática*

Las enzimas son catalizadores de origen biológico que aceleran diversas reacciones bioquímicas esenciales durante el desarrollo de la masa en la panificación. En los últimos años, su uso ha cobrado gran relevancia en esta industria, sustituyendo progresivamente a compuestos activos tradicionales presentes en mejoradores comerciales, como el ácido ascórbico y los emulsionantes, por distintas enzimas que pueden desempeñar funciones similares. Los cereales poseen enzimas naturales como amilasas, proteasas, hemicelulasas y lipasas, las cuales, tanto en su forma natural presente en la harina como cuando se agregan durante la molienda o el proceso panadero, intervienen en distintas etapas del proceso de elaboración. Si estas enzimas están presentes en cantidades inadecuadas, pueden afectar negativamente la calidad del producto final, influyendo en su volumen, apariencia y durabilidad. Hoy en día, la mayoría de las enzimas utilizadas en panadería se obtienen de manera industrial a través de la fermentación de microorganismos seleccionados y dentro de ellos se encuentra la enzima alfa amilasa que se produce mediante diferentes procedimientos. (Tejero, 2024)

2.1.2. *Factores que influyen en la acción enzimática*

La cantidad de enzima que se añade a la harina puede reaccionar de manera diferente dependiendo de diversos factores, como el nivel de acidez (pH), la temperatura, el grado de fermentación de la masa y la temperatura del horneado. Todos estos elementos influyen significativamente en las reacciones enzimáticas cuando sus valores varían. De acuerdo con Tejero (2024), estos factores clave son los siguientes:

-Disponibilidad de sustratos en la harina: La eficacia de una enzima depende de la concentración del complejo enzima-sustrato. Es fundamental que exista un equilibrio adecuado entre la cantidad de enzima y de sustrato. Si el sustrato es escaso, la actividad enzimática se ve reducida, lo que limita la velocidad de la reacción. En cambio, si hay una gran cantidad de sustrato disponible, la reacción se desarrolla de forma más rápida y eficiente.

-Influencia de la temperatura en la actividad enzimática: En términos generales, un aumento de temperatura acelera las reacciones tanto químicas como enzimáticas; por cada incremento de 10 °C, la velocidad de reacción puede duplicarse. En panadería, las enzimas comienzan a actuar desde el momento en que se incorpora agua durante el amasado y continúan hasta el horneado. Normalmente, las enzimas presentes en la harina o las añadidas mediante mejoradores se desactivan y se desnaturalizan cuando alcanzan temperaturas entre los 60 y 70 °C.

-Influencia del pH en la actividad enzimática: El pH, que mide el grado de acidez de la masa, desempeña un papel crucial en los procesos de elaboración del pan, especialmente cuando se trabaja con masa madre. Las enzimas tienen un rango óptimo de acidez para su funcionamiento. En procesos de fermentación corta, alcanzar el nivel de acidez adecuado es más difícil cuando solo se incorpora una pequeña cantidad de masa madre.

2.1.3. Características de la enzima Alfa Amilasa

La enzima alfa-amilasa cumple la función de hidrolizar el almidón, lo que genera azúcares fermentables aprovechados por las levaduras, favoreciendo así el aumento del volumen del pan y mejorando su vida útil al retardar la retrogradación del almidón. En panificación, se emplean principalmente amilasas de origen fúngico como sustituto de la harina de malta. La generación de azúcares disponibles para la fermentación ocurre a través de la ruptura de las cadenas de glucosa

del almidón, un proceso conocido como hidrólisis enzimática. La eficiencia de esta reacción depende de la temperatura y del nivel de hidratación del almidón, alcanzando su punto óptimo cuando el almidón comienza a gelatinizar al inicio del horneado. Una cantidad adecuada de α -amilasa mejora el volumen del pan y su conservación, al reducir el proceso de retrogradación del almidón. Además, la α -amilasa de origen fúngico tiene mayor tolerancia a una sobredosificación en comparación con la de origen cereal, ya que se desactiva durante la primera etapa de cocción (entre 60 y 65 °C), evitando así la formación excesiva de dextrinas. (Tejero, 2024)

En cuanto a la concentración de soluciones, esta se define como la relación entre la cantidad de soluto la sustancia que se disuelve y el disolvente la sustancia que lo disuelve, formando una mezcla homogénea llamada disolución. Cuando la proporción de soluto es baja, la disolución es menos concentrada, y cuando es alta, resulta más concentrada. Para expresar concentraciones muy pequeñas, especialmente en el caso de trazas, es habitual utilizar la unidad de partes por millón (ppm). En el contexto de la panificación, las enzimas se incorporan en concentraciones muy bajas, generalmente en niveles de ppm, lo que permite mejorar las propiedades funcionales de la harina sin necesidad de grandes cantidades.

Según Aditivos Alimentarios (2024), la alfa-amilasa es una enzima clave en la descomposición del almidón en azúcares más simples, desempeñando un papel fundamental en industrias como la panadera y la cervecera. La cantidad de enzima utilizada puede variar según la aplicación específica. Por ejemplo, una concentración de 100,000 U/g significa que cada gramo de producto enzimático contiene 100,000 unidades de actividad, donde una unidad (U) representa la cantidad de sustrato transformado por la enzima en un minuto bajo condiciones estándar. La dosis adecuada dependerá de las condiciones particulares de cada proceso.

Esta enzima actúa con mayor eficacia en un rango de pH entre 5,0 y 7,0, aunque este intervalo puede cambiar según su origen. Su temperatura óptima de acción se sitúa generalmente entre los 50 y 70 °C; fuera de este rango, su actividad disminuye considerablemente. Para conservar su efectividad, almacenar en un entorno fresco, seco y alejado de la luz solar; el calor y la humedad afectan negativamente su estabilidad. (Aditivos Alimentarios, 2024)

La alfa-amilasa pertenece a la clase de enzimas hidrolasas, específicamente con el número EC 3, y es también conocida por otros nombres como:

- 1,4-alfa-D-glucano glucanohidrolasa
- Diastasa
- Glicogenasa
- Pتيالina

La figura 1 muestra la enzima alfa amilasa de tipo comercial para la industria alimentaria

Figura 1

Enzima alfa amilasa comercial



Enzima alfa-amilasa 100000 U/G – 10 gramos

La alfa-amilasa es una enzima que se utiliza para descomponer los almidones en azúcares más pequeños. Es una enzima muy importante en la industria de alimentos y bebidas, particularmente en la panificación y la elaboración de cerveza.

Nota. Adaptado de Aditivos Alimentarios, 2024

2.1.4. Legislación

La enzima Alfa Amilasa se encuentra aprobada en las siguientes entidades:

Legislación Mexicana

Resolución que establece los aditivos y coadyuvantes permitidos en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, así como su utilización y las normas sanitarias correspondientes.

(Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [COFEPRIS], 2024)

Sociedad Americana de Química

Codificación asignada: CAS 19014-71-5. (Sociedad Americana de Química [CAS], 2024)

Comunidad Europea

Regulación (EC) N° 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16/12/2008 on food additives. (Parlamento Europeo, 2011)

Codex Alimentarius

Enzimas. Alfa Amilasa. (Codex Alimentarius, 2010)

2.2. Pan de Hamburguesa

2.2.1. Características

De acuerdo con Soldado (2017), el pan de hamburguesa es una variedad de pan que se distribuye a nivel nacional y se utiliza principalmente para preparar sándwiches. Su estructura física está diseñada para contener diversos tipos de relleno, como queso, huevo frito, chorizo, entre otros ingredientes. Sin embargo, su uso más común es en la elaboración de hamburguesas, ya que potencia el sabor del conjunto.

Este tipo de pan tiene como componente principal la harina de trigo panificable fortificada, a la cual se le agregan ingredientes como manteca vegetal, leche en polvo, levadura (seca o fresca) y huevo de gallina, que no solo contribuye al levado de la masa, sino que también aporta color amarillento y mejora el contenido proteico de origen animal. Además, se incorpora azúcar, sal y otros aditivos, que pueden variar según las preferencias del fabricante o el pedido del cliente.

El peso del pan de hamburguesa oscila entre 80 y 100 g, con un diámetro que va de 9 a 12 cm y una altura entre 2 y 4 cm, dependiendo del pedido o el estándar de producción.

En cuanto a sus atributos sensoriales, debe presentar un color ligeramente amarillento, sabor agradable con un leve toque salado, miga firme, aroma típico del pan y una apariencia visual atractiva, con forma circular y altura uniforme. No debe mostrar zonas quemadas, ennegrecidas ni áreas crudas

2.2.2. Norma sanitaria para su fabricación, elaboración y expendio

La normativa sanitaria tiene como propósito principal establecer lineamientos técnicos que protejan la salud de los consumidores. Por esta razón, todos los requerimientos establecidos en dicha regulación deben ser cumplidos obligatoriamente por quienes producen o comercializan productos de panadería, pastelería y galletería. Los elementos esenciales para garantizar que estos productos sean seguros para el consumo humano son la higiene, la sanidad y la inocuidad.

Según lo señalado por el Ministerio de Salud (MINSa, 2011), los productos considerados como panes comunes o de labranza categoría en la que se incluye el pan de hamburguesa deben cumplir con ciertos parámetros fisicoquímicos, siendo los más importantes el contenido de humedad (agua) y el nivel de acidez, medido en ácido láctico.

En la Tabla 1 se presentan los valores fisicoquímicos exigidos para el pan de hamburguesa

Tabla 1

Criterios fisicoquímicos para pan común (francés, hamburguesa y similares)

Parámetro	Límites máximos permisibles
Humedad	23 % (mínimo) a 35 % (máximo)
Acidez (expresado en ácido láctico)	No más de 0.25% calculado sobre la base de 30% de agua

Nota. Adaptado de “Criterios fisicoquímicos del pan común”, por MINSa, 2011.

Los criterios microbiológicos mínimos que deben cumplir los fabricantes y comercializadoras de productos de panificación y derivados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios microbiológicos para productos de panificación, galletería y pastelería.

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	--

Nota. (*) Para productos con relleno. Tomado de “Criterios microbiológicos para productos de panificación, galletería y pastelería”, por MINSa, 2011.

2.2.3. Formulación del pan de hamburguesa

Las fórmulas para la elaboración del pan de hamburguesa pueden variar dependiendo del fabricante o de los requerimientos específicos del cliente.

Según Bakels Perú (2024), una formulación a nivel industrial se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Formulación de pan de hamburguesa

Ingrediente	(%)
Harina especial panadera	100
Mejorador	1
Levadura	1
Azúcar	7
Sal	1,5
Leche en polvo	3
Agua	50
Manteca	8

Nota. Adaptado de “Formulación comercial de pan de hamburguesa”, por Bakels Perú, (2024)

La elaboración del pan de hamburguesa se lleva a cabo a través de las siguientes fases:

- Iniciar mezclando los ingredientes secos, incorporando el agua poco a poco hasta obtener una masa uniforme, utilizando velocidad 1.
- Agregar la manteca y continuar el amasado hasta que se integre por completo.
- Realizar sobado de masa a velocidad 2, hasta alcanzar una consistencia suave y elástica.
- Dividir la masa en porciones, pesarlas, cortarlas y darles forma.
- Colocar las porciones moldeadas en recipientes previamente engrasados.
- Dejar que fermenten en cámara durante un lapso aproximado de 90 minutos.
- Después de fermentado, aplicar una capa de huevo batido sobre la superficie de las piezas.
- Finalmente, hornear a 150 °C por un tiempo estimado de entre 10 y 15 minutos.

2.3. Vida útil

2.3.1. Vida útil en anaquel

Según Cordón (2007), la vida en anaquel se refiere al tiempo que transcurre desde la cosecha, producción o preparación de un alimento hasta que este mantiene las propiedades de calidad requeridas. Esta calidad aceptable, tanto en términos de seguridad como de características sensoriales, está determinada principalmente por cuatro factores: la formulación del producto, el proceso de elaboración, el tipo de empaque utilizado y las condiciones de almacenamiento hasta su comercialización o consumo.

Existen cinco métodos comúnmente utilizados para determinar la duración de la vida útil de un alimento bajo condiciones de comercialización. Estos son: la consulta de datos publicados en fuentes científicas, el análisis de devoluciones en la cadena de distribución, la evaluación de quejas de los consumidores y la realización de pruebas aceleradas de vida útil. (Cordón, 2007)

Por otro lado, Soto y Vilcapoma (2012) definen la vida en anaquel como el período durante el cual se espera que un producto mantenga un nivel determinado de calidad, siempre que se almacene bajo condiciones adecuadas. Este concepto de calidad abarca aspectos físicos, químicos, microbiológicos, sensoriales, nutricionales y de inocuidad. Una vez que cualquiera de estos atributos cae por debajo de los estándares establecidos, se considera que el producto ha llegado al final de su vida útil.

La duración de este período está influenciada por múltiples factores tanto del producto como con el entorno en el que se conserva. Los factores más determinantes son: la temperatura, el pH, la actividad de agua, la humedad relativa, la exposición a la luz, la concentración de gases, el potencial redox, la presión y la presencia de iones. (Soto y Vilcapoma, 2012)

Gualdrón y González (2013) sostienen que la vida útil es clave en la comercialización de productos alimenticios, ya que permite prevenir riesgos para la salud pública causados por alteraciones químicas o microbiológicas. Todo alimento se deteriora con el tiempo, y este proceso ocurre de forma diferente según el tipo de producto y el ritmo con que pierde su calidad óptima.

2.3.2. Factores que afectan la vida útil

La duración de vida en anaquel de un producto está influenciada por los elementos que conforman el sistema, el proceso de producción, el tipo de empaque, así como las condiciones de tiempo y humedad relativa durante su transporte y almacenamiento. Estos factores pueden clasificarse en dos grandes grupos: factores intrínsecos y extrínsecos. (Chau, 2003)

Los factores intrínsecos que hacen referencia a las características propias del producto son:

- El contenido de humedad,
- El nivel de pH, la acidez y el potencial redox
- La disponibilidad de oxígeno,
- La cantidad de nutrientes,
- La microflora natural y el número de microorganismos sobrevivientes,
- La composición bioquímica del producto (enzimas, compuestos químicos o reactivos),
- Uso de conservantes en la formulación.

Estos factores están directamente relacionados con variables como el tipo y la calidad de los ingredientes utilizados, la formulación del producto y su estructura interna.

Por otro lado, los factores extrínsecos a los que el producto está expuesto son:

- El perfil tiempo temperatura durante el procesamiento y la presión en el espacio de cabeza,
- El control de la temperatura durante el almacenamiento y distribución,
- La humedad relativa presente durante el procesamiento, almacenamiento y distribución,
- La exposición a la luz en las mismas etapas,
- La posible contaminación microbiológica,
- La composición de gases dentro del empaque,
- Manejo por parte del consumidor.

Estos factores actúan de forma simultánea e impredecible, por lo que debe considerarse las posibles interacciones entre ellos. Una de estas interacciones, conocida como el "efecto de barrera", resulta especialmente útil. Se da cuando factores como la reducción de la temperatura, los tratamientos térmicos, la acción de antioxidantes y el uso de atmósferas modificadas trabajan en conjunto para inhibir el desarrollo de microorganismos. Este enfoque combinado permite a los fabricantes aplicar técnicas de procesamiento menos agresivas, lo cual ayuda a preservar mejor las propiedades sensoriales y nutricionales del producto final. (Chau, 2003)

2.3.3. Indicadores de vida útil

Según Jaramillo (2020) como indicadores de vida útil de panes sin relleno se considera el análisis microbiológico y la evaluación del deterioro de los atributos sensoriales.

Análisis microbiológico

En concordancia con la norma sanitaria el indicador que debe de analizarse en los laboratorios deben ser los mohos los cuales no deben de superar los límites máximos establecidos

para ser considerados aptos para consumo humano. En caso que lo superen deben ser descartados e incinerados para evitar intoxicaciones alimentarias en las personas.

Evaluación por aceptabilidad sensorial

Consiste en examinar muestras en fecha específicas, las cuales se someten a evaluaciones sensoriales de manera periódica. Con el paso del tiempo, se espera que las propiedades sensoriales disminuyan progresivamente, hasta alcanzar un punto no aceptable para el consumidor.

2.4. Análisis sensorial

2.4.1. Características sensoriales

Actualmente, la evaluación sensorial de los alimentos se ha consolidado como una herramienta para optimizar el desempeño de la industria alimentaria. (Huerta y Torricella, 2008)

Hough y Fiszman (2005) señalan que la evaluación sensorial es una habilidad que las personas desarrollan desde la infancia, y que influye, de manera consciente o inconsciente, en la aceptación o el rechazo de los alimentos según las sensaciones que estos provocan, las cuales pueden variar dependiendo del momento y del contexto en que se perciben. La calidad sensorial de un alimento surge de la interacción entre el producto y el individuo, generando una respuesta sensorial derivada de estímulos específicos, como el color, el aroma, el sabor, la textura y la apariencia de la miga. Esta percepción puede verse influenciada por factores fisiológicos, psicológicos y sociales del evaluador o del grupo evaluador.

Según Grosso (2002) la evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otras sustancias mediante los sentidos. Se trata de una disciplina científica que busca evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas sensoriales ante características percibidas a través de los sentidos.

Desde una perspectiva sensorial, la vida útil de un alimento en estantería depende directamente del nivel de aceptación por parte del consumidor, ya que es en esa interacción donde se determina su continuidad en el mercado. Por esta razón, los propios consumidores representan el recurso más adecuado para evaluar dicho parámetro. (Hough et al., 2003)

2.4.2. Pruebas Afectivas

Estas evaluaciones se realizan con personas no entrenadas ni seleccionadas previamente, conocidas como jueces afectivos. Generalmente, se elige a individuos que sean consumidores actuales o potenciales del producto en evaluación. Para Hernández (2005) las pruebas afectivas se llevan a cabo en entornos que simulan las condiciones reales de consumo, por lo que pueden desarrollarse en lugares como supermercados, escuelas, plazas, entre otros.

Los resultados obtenidos a partir de estas pruebas permiten identificar el grado de aceptación, rechazo, preferencia o agrado hacia uno o más productos. Por ello, es fundamental que los participantes comprendan la importancia de brindar respuestas sinceras y representativas de su experiencia real. (Congote, 2010)

Otro aspecto clave es el diseño del cuestionario el cual debe elaborarse cuidadosamente para evitar errores en la interpretación de los resultados. No debe ser demasiado largo, ya que esto podría causar fatiga o desinterés en los jueces. Además, debe ser fácil de completar, con preguntas claras, comprensibles y con una presentación legible. Las pruebas pueden adoptar distintos formatos, como escalas de aceptación, preferencia o agrado. (Congote, 2010)

2.4.3. Atributos sensoriales

Las propiedades sensoriales de un alimento, conocidas como sus atributos, son las que despiertan el deseo de consumirlo. Estas se agrupan de acuerdo con el sentido que las percibe:

vista (color y apariencia), olfato (olor), gusto (sabor) y tacto (textura). Cada atributo incluye distintos matices, niveles de intensidad y cualidades específicas. (Hough y Fiszman, 2005)

El presente estudio se enfocó en la evaluación sensorial de la miga del pan de hamburguesa, considerando los siguientes atributos:

Color de la miga

La percepción del color depende de varios factores: la fuente de luz, las propiedades físicas y químicas del objeto observado, la iluminación del entorno y la capacidad del ojo humano para captar el espectro de colores. En el caso del pan de hamburguesa, el tono ideal de la miga es un amarillo tenue. En esta evaluación, se clasificó el color observado como: muy amarillo, amarillo, ligeramente amarillo, pálido y muy pálido para lo cual se utilizó una escala numérica de cinco puntos de calificación. (Hough y Fiszman, 2005)

Apariencia de la miga

Este atributo se relaciona principalmente con la forma, tamaño y distribución de los alveolos (pequeñas burbujas de aire) en la miga. Idealmente, la miga debe tener una estructura uniforme, fina, suave y elástica, sin presentar sequedad ni pegajosidad. Es importante señalar que cada tipo de pan exige una estructura alveolar particular. En el pan de hamburguesa, una miga de buena calidad debe ser equilibrada, es decir, “ni porosa ni compacta”. Para lograrlo, se recomienda reducir la cantidad de levadura, lo que disminuye la producción de gas en la fermentación. Sin embargo, esto exige tiempos de fermentación más largos, que, si se exceden, pueden generar una miga con alveolos demasiado grandes. En esta evaluación, se valoró la apariencia como: muy compacta, compacta, ni porosa ni compacta, porosa y muy porosa utilizando para ello una escala de cinco puntos. (Couvain y Young, 2002)

Friabilidad de la miga

La friabilidad hace referencia a cuán fácilmente se desmenuza un producto panificado. Algunos tipos de pan, como el pan de leche, deben tener una miga poco friable. Para el pan de hamburguesa, una buena friabilidad se describe como “apenas desmenuzable”. En la evaluación, se clasificó la friabilidad en los siguientes niveles: nada desmenuzable, poco desmenuzable, apenas desmenuzable, desmenuzable o muy desmenuzable.

Olor de la miga

El aroma o fragancia de un alimento activa el sentido del olfato, y aunque los términos “olor” y “aroma” se usan indistintamente, ambos hacen referencia a la percepción olfativa generada por compuestos volátiles. Para que el pan de hamburguesa sea sensorialmente aceptable, debe tener un olor calificado como “agrada” o “agrada mucho”. Las opciones de evaluación incluyeron: agrada mucho, agrada, ni agrada ni desagrada, desagrada poco o desagrada mucho. (Hough y Fiszman, 2005)

Sabor de la miga

El sabor, captado principalmente por la lengua y cavidad bucal, incluye cuatro sensaciones básicas: dulce, salado, ácido y amargo. La combinación de estas en distintas proporciones da lugar a una gran variedad de sabores complejos. Para que el pan de hamburguesa sea bien aceptado en cuanto a sabor, debe alcanzar las categorías de “agrada” o “agrada mucho”. Las escalas utilizadas para esta evaluación fueron: agrada mucho, agrada, ni agrada ni desagrada, desagrada poco y desagrada mucho. (Hough y Fiszman, 2005)

En este atributo el sabor de la miga se valoró con las siguientes calificaciones: agrada mucho, agrada, ni agrada ni desagrada, desagrada poco y desagrada mucho.

2.4.4. Aplicación de la evaluación sensorial

Según Saavedra (2005) la evaluación sensorial es una herramienta ampliamente utilizada en el sector alimentario y cumple múltiples funciones dentro de este ámbito. destacando:

- El diseño y formulación de nuevos productos.
- La reproducción de productos existentes en el mercado.
- La optimización de características de productos ya desarrollados.
- La implementación de modificaciones en el proceso productivo, disminución de costos o incorporación de nuevas materias primas.
- El aseguramiento de la calidad del producto final.
- La verificación de la estabilidad del producto durante su almacenamiento.
- El establecimiento de relaciones entre los atributos sensoriales y las propiedades físicas o químicas del alimento.
- La selección y capacitación de personas encargadas de realizar evaluaciones sensoriales.
- La determinación de la vida útil de los alimentos.

En términos generales, el análisis sensorial cumple con la finalidad principal de identificar y traducir las necesidades, gustos y preferencias de los consumidores en características concretas y medibles del producto. Asimismo, permite reconocer atributos favorables o desfavorables y realizar ajustes para adecuarse mejor a las expectativas del público objetivo. (Congote, 2010)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, de carácter aplicado y con un nivel descriptivo, ya que se centró en comparar el efecto de tres diferentes concentraciones de la enzima Alfa Amilasa. Las variables de análisis fueron la aceptabilidad sensorial del producto y la duración de su vida útil en condiciones aptas para el consumo humano. El pan de hamburguesa que presentó el mayor nivel de aceptación por parte de los evaluadores y una vida útil prolongada representa un avance tecnológico en el campo de la panificación.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la panadería Pastipan S.A.C. cuya dirección legal está en calle Galicia N° 106, distrito de Santiago de Surco, Lima, siendo su principal actividad comercial la elaboración de productos de panificación. Así mismo se utilizó la Panadería Universitaria de la FOPCA-UNFV que se encuentra ubicado en Calle Roma 350, distrito de Miraflores, Lima. Por otro lado, los análisis de control microbiológicos se realizaron solicitando servicio a International Laboratorios S.A.C. ubicado en Calle C, Mz-C Lt-1 Coop Virgen de Guadalupe, distrito de los Olivos, Lima.

La ejecución de la investigación se desarrolló en la ciudad de Lima entre los meses de julio a diciembre del 2024

3.3. Variables

Para el presente estudio por la naturaleza de la investigación se han considerado las siguientes variables:

a) Variables dependientes

Las variables dependientes constituyen las variables respuesta, en las cuales se evaluaron el efecto de la enzima Alfa Amilasa

a1) Características sensoriales de las tres formulaciones

Color, apariencia, friabilidad, olor y sabor de la miga

a2) Vida útil

Determinación microbiológica de mohos

Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad

b) Variable independiente

La variable independiente es la variable que se puede manipular, y en la presente investigación corresponde a las formulaciones de masa de pan de hamburguesa que incluyen la enzima Alfa Amilasa.

Formulaciones de la masa de pan de hamburguesa con tres concentraciones diferentes de la enzima Alfa Amilasa.

La Tabla 4 muestra la operacionalización de variables, presentando las dos variables respuesta y una variable predictiva, con sus dimensiones, indicadores y escalas de medición respectivos. Las formulaciones de las masas establecieron los tres tratamientos en estudio y los resultados fueron primeramente evaluados a nivel sensorial, seleccionándose el de mejor aceptabilidad para luego dicho tratamiento entrar al estudio de vida útil que consistió en desarrollar un estudio de evaluación sensorial de deterioro por pérdida de su aceptabilidad y la determinación periódica de mohos mediante análisis microbiológicos.

Tabla 4*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variables dependientes	Características sensoriales	-Color de la miga -Apariencia de la miga -Friabilidad de la miga -Olor de la miga -Sabor de la miga	Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal
	Vida útil	-Determinación de Mohos -Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro	Discreta Ordinal
Variable independiente	Formulación de pan de hamburguesa con Alfa Amilasa	-Tratamiento (T1) -Tratamiento (T2) -Tratamiento (T3)	Continua Continua Continua

Nota. El estudio tiene una variable independiente y dos variables dependientes

3.4. Población y muestra

Dado que la producción de panes de hamburguesa puede realizarse a gran escala, la población del estudio se ha considerado como infinita. Para calcular el tamaño de la muestra, se aplicó un muestreo aleatorio simple basado en proporciones, adecuado para poblaciones infinitas, utilizando un nivel de confianza del 95%.

$$n = (Z^2 * p * q) / (E^2)$$

Donde:

Z = 1,96 para un nivel de confianza del 95%

p = 0,90 proporción de aceptación

q = 0,10 proporción de rechazo

Precisión = E = 0,10

Tamaño de muestra: n = 35

Para el desarrollo del estudio y la medición de los indicadores correspondientes al pan de hamburguesa se utilizaron 35 muestras por cada tratamiento.

3.5. Instrumentos

Equipos:

- Amasadora sobadora
- Cortadora de masa
- Cámara de fermentación
- Horno rotatorio
- Balanza digital con capacidad de 15 kg
- Balanza digital con capacidad de 1 kg
- Cámara de refrigeración
- Ph metro

- Termómetro digital hasta 250 °C

Materiales:

- Mesa de acero inoxidable
- Bandejas de aluminio
- Jarras plásticas graduadas
- Bandejas de acero inoxidable
- Coches para horno rotatorio
- Cuchillos de acero inoxidable
- Recipientes de acero inoxidable

Insumos:

- Harina panadera fortificada
- Manteca vegetal
- Azúcar rubia
- Sal domestica
- Levadura
- Leche en polvo
- Huevo de gallina
- Enzima Alfa amilasa

3.6. Procedimientos

La presente investigación se desarrolló en varias etapas, las cuales se describen a continuación en el diseño experimental.

Unidad experimental

La unidad experimental de estudio fue cada unidad de pan de hamburguesa elaborado con cada una de las tres formulaciones diferentes de masa. El peso unitario de cada pan de hamburguesa se estimó en 80 g promedio como producto final.

Diseño experimental

Etapa 1. Selección de materias primas

Todos los insumos utilizados para la elaboración del pan de hamburguesa fueron adquiridos a empresas proveedoras de productos para panificación ubicadas en la ciudad de Lima. Estos ingredientes se encontraban en su respectivo empaque comercial, con fechas de vencimiento vigentes y sin señales visibles de deterioro o contaminación externa. Anexo H.

Etapa 2. Desarrollo de tratamientos

La investigación consistió en elaborar tres tipos de pan de hamburguesa diferenciados únicamente por su diferente contenido de enzima Alfa Amilasa, manteniendo igual todos los insumos utilizados en la elaboración del mencionado tipo de pan; por lo tanto, el diseño experimental comprendió el desarrollo de tres tratamientos.

El nivel de inclusión de la enzima Alfa Amilasa se basó en la recomendación indicada por los fabricantes de la enzima, que está en el rango de 2 a 4 g por tonelada de harina de trigo.

La tabla 5 muestra los tres tratamientos estudiados con el pan de hamburguesa

Tabla 5

Niveles de inclusión de enzima Alfa Amilasa para elaboración de pan de hamburguesa

Insumos	Tratamiento (T1)	Tratamiento (T2)	Tratamiento (T3)
Enzima Alfa amilasa (g)	0,2	0,3	0,4
Harina panadera (kg)	100	100	100

Nota. La cantidad del Alfa amilasa es para 100 kg de harina por recomendación del proveedor.

Etapa 3. Formulación de las masas para el pan de hamburguesa

La formulación de las masas para el pan de hamburguesa se presenta en la tabla 6.

Tabla 6

Pesos de materias primas para elaboración de pan de hamburguesa

Materias primas	Tratamiento (T1)	Tratamiento (T2)	Tratamiento (T3)
Enzima amilasa (mg)	10	15	20
Harina de trigo panadera (kg)	5	5	5
Leche (L)	1	1	1
Manteca vegetal (kg)	0,5	0,5	0,5
Levadura (g)	120	120	120
Mejorador de masa (g)	25	25	25
Huevo (g)	400	400	400
Azúcar (g)	200	200	200
Sal de mesa (g)	100	100	100
Agua (L)	2	2	2

Nota. En cada formulación se estima obtener 116 panes de hamburguesa de 80 g cada uno.

Etapa 4. Proceso de elaboración del pan de hamburguesa

Pesado de materias primas

Las materias primas fueron pesadas acorde a las formulaciones establecidas en la Tabla 5 utilizando una balanza digital, por otro lado, en el caso de la enzima Alfa amilasa por la poca cantidad utilizada tuvo la particularidad de ser pesado utilizando una balanza analítica por la precisión requerida del caso.

Amasado

Esta etapa constituye la primera operación propia del proceso de panificación, ya que permite mezclar adecuadamente los ingredientes y formar la masa. Para ello, se incorporaron primero los componentes secos (harina, levadura, mejoradores de masa, sal, azúcar), que fueron mezclados entre sí antes de continuar con el proceso, para luego añadir los demás ingredientes de estado líquido como el agua.

Durante el amasado, los ingredientes individuales cambian de estado al mezclarse con agua, generando una masa homogénea. Esta absorción de agua ocurre principalmente a través de la proteína de la harina, que puede duplicar su volumen, del almidón dañado (entre 5% y 7% del total), de las dextrinas ya presentes antes de la acción de las enzimas diastásicas (alfa y beta amilasa, glucosidasa y amiloglucosidasa), y finalmente de los pentosanos.

Otro resultado del amasado es el incremento de volumen, causado inicialmente por la exposición al oxígeno y luego por la acción de la levadura, lo que marca el inicio de una fermentación ligera con la metabolización de los azúcares libres de la harina desde el momento en que se incorpora dicha levadura., lo cual debe de controlarse según el sistema de producción ya sea para acelerarlo o retrasarlo según el requerimiento de producción.

Sobado

Esta fase complementa al amasado, con el objetivo de desarrollar parcialmente la red de gluten y obtener una masa más elástica y homogénea. Esto se consigue aumentando la velocidad de la amasadora o aplicando mayor presión si el sobado se realiza manualmente.

Pesado de la masa

En este estudio, cada pan de hamburguesa fue diseñado para pesar aproximadamente 85 gramos. Sabiendo que la divisora corta la masa en 30 porciones iguales, se pesaron entre 2550 y 2600 gramos por tanda para obtener 30 piezas de masa del peso deseado. Este procedimiento se repitió para cada tratamiento.

Corte de masa

Una vez pesada, la masa fue dividida con una máquina divisora en 30 porciones iguales, procedimiento que se aplicó igualmente a los otros tratamientos. Conocido el número de bollos, y según el peso del producto final se prepara el peso de la masa antes de su corte.

Boleado

Tras la división, las porciones pasaron al boleado, una de las etapas más simples pero cruciales del proceso. Un buen boleado permite que las piezas adquieran flexibilidad y que el cierre en la base sea hermético, evitando así la pérdida de gases durante la fermentación.

La división, al ser un proceso mecánico algo agresivo, puede afectar la estructura de la masa, provocando que se vuelva pegajosa y algo desintegrada. Por esta razón, el boleado posterior ayuda a restaurar esa estructura, dándole forma esférica a cada porción, con una superficie lisa y seca que facilita las etapas siguientes.

El objetivo del boleado es generar una capa exterior seca en cada pieza, lo cual permite un formado más uniforme sin desgarrar la masa al pasar por los rodillos de la formadora.

Formado

El formado consiste en la acción mediante la cual el operario moldea cada porción de masa previamente pesada, otorgándole la forma correspondiente al tipo de pan que se desea producir. Este proceso puede realizarse de dos formas distintas:

-Cuando se preparan bollos o panes enrollados que deben ser cortados antes de ser horneados.

-Cuando se elaboran panes de forma específica desde el inicio.

Fermentación

Independientemente del método de fermentación biológica que se aplique, este proceso se divide en dos etapas: reposo y apresto.

El reposo es el periodo entre el final del amasado y el momento del pesado de la masa, durante el cual la masa experimenta cambios físicos que permiten su manipulación.

El apresto, en cambio, es el intervalo de tiempo que transcurre desde que se les da forma a las piezas hasta que se hornean. Estos tiempos suelen determinarse empíricamente: una masa se considera lista para hornearse cuando, al presionarla suavemente con los dedos, las marcas desaparecen. Si las huellas permanecen, se requiere más tiempo de fermentación, todo ello está en función a la temperatura y humedad relativa de la cámara de fermentación, lo cual se puede controlar, acelerando o retardando el proceso productivo.

Horneado

Durante el horneado, el calor provoca un aumento en la presión del gas dentro del pan, lo que incrementa su volumen. Entre los cambios principales que ocurren en esta etapa destacan:

La inactivación de las levaduras, que mueren a los 55 °C.

-La caramelización de los azúcares, generando el color característico de la corteza.

-La gelificación del almidón, que se cristaliza al final, formando la estructura interna del pan o producto final

-A los 75 °C, cesa la producción de maltosa debido a la desactivación de las enzimas diastásicas.

-Las proteínas coagulan y se desnaturalizan entre los 43 °C y 85 °C, lo que otorga consistencia al producto.

Enfriado

Tras salir del horno a alta temperatura, el pan debe enfriarse en un ambiente limpio y seco hasta alcanzar la temperatura ambiente, momento en el cual puede ser empacado.

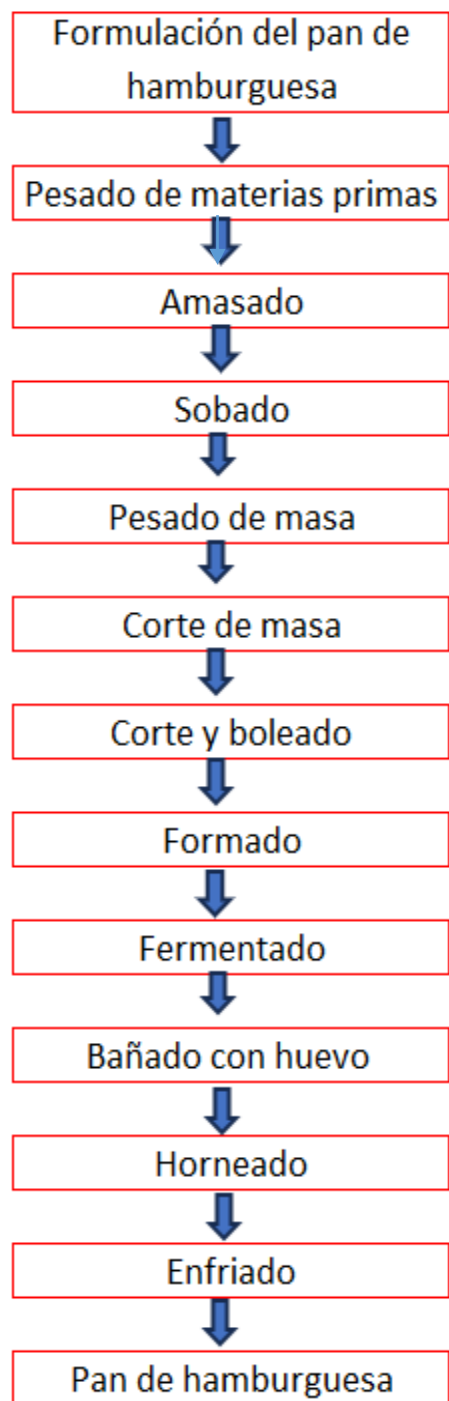
Producto final

El resultado final del proceso es el pan de hamburguesa correspondiente a cada una de las tres formulaciones ensayadas, con un peso aproximado por unidad de 80 gramos. El desarrollo experimental se encuentra detallado en el Anexo I.

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo general seguido para la elaboración del pan de hamburguesa en sus tres versiones de tratamientos.

Figura 2

Flujograma para elaboración del pan de hamburguesa



Nota. La formulación con las materias primas, así como las demás etapas del proceso de panificación son de vital importancia para obtener un pan de hamburguesa de buena calidad.

Etapa 5. Evaluaciones

a) Evaluación sensorial de las tres formulaciones

Para cada una de las tres formulaciones obtenidas mediante los diferentes tratamientos, se llevó a cabo una evaluación sensorial por separado, calificando los atributos del color, apariencia, friabilidad, olor y sabor de la miga. Esta evaluación fue realizada por un grupo de panelistas sin entrenamiento previo, pero con experiencia como consumidores habituales de pan de hamburguesa, lo que permitió obtener juicios más imparciales sobre los productos analizados. Todos los panelistas participaron bajo condiciones uniformes y recibieron los mismos materiales en cantidad y calidad, garantizando así la consistencia del proceso de evaluación sensorial.

Los elementos proporcionados a los panelistas incluyeron:

-Tres muestras de pan de hamburguesa, presentadas individualmente en platos descartables y diferenciadas mediante códigos que correspondían al tipo de tratamiento aplicado a cada producto.

-Dos vasos descartables.

-Una ficha de evaluación diseñada para valorar los atributos sensoriales de los productos, abarcando el análisis del color, la apariencia, la friabilidad, el olor y el sabor de la miga. Este formato de evaluación se encuentra en el Anexo A.

-Un lápiz con borrador.

-Una toalla de papel.

-Una botella con agua mineral.

-Un tenedor descartable.

El formato de evaluación fue elaborado para pruebas afectivas, con una escala hedónica verbal donde los panelistas expresaban su nivel de satisfacción respecto a cada muestra evaluada.

b) Vida útil

El estudio de vida útil se realizó a la formulación con mayor grado de aceptabilidad.

b1) Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro en el tiempo

La pérdida de aceptabilidad del pan de hamburguesa por deterioro en el tiempo se realizó mediante evaluaciones sensoriales periódicas de aceptabilidad de los atributos, el cual tuvo una duración de 25 días, para lo cual se prepararon ocho bolsas con diez panes de hamburguesa cada una, todas las bolsas se sellaron y almacenaron en anaquel a condiciones normales de ambiente.

En la tabla 7 se presenta la escala de calificación de aceptabilidad del pan de hamburguesa

Tabla 7

Escala de calificación de aceptabilidad para el pan de hamburguesa

Escala	Puntaje	Descripción
Nada de diferencia	5	No había nada de diferencia de aceptabilidad
Casi nada menos	4	Casi nada menos aceptable
Ligeramente menos	3	Ligeramente menos aceptable
Moderadamente menos	2	Moderadamente menos aceptable
Mucho menos	1	Mucho menos aceptable
Muchísimo menos	0	Muchísimo menos aceptable

Nota. Se compara los atributos de la muestra original con las muestras almacenadas. Adaptado de Jaramillo, 2020.

La evaluación sensorial de las muestras se realizó cada tres días utilizando la escala de calificación de aceptabilidad de la tabla 6.

El criterio para considerar que un atributo del pan de hamburguesa ha perdido su aceptabilidad en el tiempo es cuando el panelista califica el atributo como “Mucho menos aceptable” con uno (1) o “Muchísimo menos aceptable” con cero (0).

Los atributos evaluados del pan de hamburguesa para el estudio de vida útil fueron el olor, el sabor y la textura, y para cada uno de ellos se obtuvo diez mediciones de aceptabilidad incluyendo la medición a la muestra original recién elaborada.

Análisis microbiológico

De acuerdo con la normativa sanitaria aplicable a los centros de producción y comercialización de productos de panificación, es obligatorio el control de determinados parámetros microbiológicos. En el caso específico del pan de hamburguesa, este control se limita exclusivamente a la cuantificación de mohos.

Para el análisis de la vida útil del producto, se llevaron a cabo tres evaluaciones microbiológicas enfocadas en la presencia de mohos, realizadas en intervalos de entre 8 y 10 días. Los resultados obtenidos en cada análisis fueron contrastados con los valores máximos permitidos establecidos por la normativa sanitaria vigente.

3.7. Análisis de datos

Se llevó a cabo una evaluación sensorial de los tres tratamientos, generando una base de datos en función de los atributos analizados: color, apariencia, friabilidad, olor y sabor de la miga. Los datos recopilados se organizaron por atributo para cada tratamiento y, posteriormente, se

procedió con un análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial. En la fase descriptiva, se calcularon medidas estadísticas como el promedio, y con esos resultados se construyeron histogramas comparativos para cada atributo entre los tres tratamientos, acompañados de sus respectivas interpretaciones. Para el análisis inferencial, se aplicó inicialmente la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con un nivel de significancia del 5 %, utilizando toda la base de datos compuesta por 15 variables (columnas) y 35 observaciones por variable (filas correspondientes a los panelistas). Los resultados indicaron que las muestras no presentaban una distribución normal, por lo cual se recurrió a la prueba no paramétrica de Friedman con el mismo nivel de significancia. En los casos donde se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Wilcoxon como prueba post hoc. A partir del análisis combinado (descriptivo e inferencial) de todos los atributos sensoriales, se determinó cuál de los tratamientos presentaba la mayor aceptación por parte de los panelistas. (Severiano et al., 2012)

El tratamiento con mayor nivel de aceptación sensorial, validado a través del análisis estadístico inferencial, fue posteriormente sometido al estudio de vida útil. Para ello, se aplicaron dos enfoques: una evaluación sensorial enfocada en la pérdida de aceptación del producto a lo largo del tiempo y un control microbiológico centrado en la presencia de mohos. Los resultados de este control fueron contrastados con los límites establecidos por la normativa sanitaria, lo que permitió determinar el período de vida útil del pan de hamburguesa formulado con la adición de la enzima Alfa Amilasa.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación sensorial de las tres formulaciones

La evaluación sensorial se ha realizado a los atributos de la miga del pan de hamburguesa que fue elaborado con tres formulaciones, donde el factor es la Alfa amilasa con tres niveles.

La evaluación de los datos obtenidos se ha realizado utilizando métodos estadísticos descriptivos e inferenciales. En el ámbito descriptivo se han utilizado gráficos y para la evaluación inferencial se aplicó la prueba de normalidad, seguido de pruebas no paramétricas.

La prueba de normalidad consistió en utilizar la prueba de Shapiro Wilk ($n < 50$) con un nivel de significancia del 5%. En el Anexo B se presenta el reporte de los valores de significancia (p-valor) de las 15 muestras correspondiente a las tres formulaciones.

En la tabla 8 se presenta la prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Tabla 8

Prueba de normalidad

Componente	Descripción
Hipótesis nula	Las muestras siguen una distribución normal
Hipótesis alterna	Las muestras no siguen una distribución normal
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,000 para todas las muestras. (Anexo B)
Criterio de decisión	Se rechaza la hipótesis nula.
Resultado	Las muestras no siguen una distribución normal

Nota. El P-valor = 0,000 es menor que $\alpha = 0.05$ entonces la prueba es significativa.

El resultado de la tabla 8 indica que las 15 muestras de 35 datos cada una, no se distribuye con tendencia de la curva normal, y en función a ello la evaluación inferencial de los datos se realizó utilizando métodos estadísticos no paramétricos.

Según las características de la investigación se está evaluando tres tratamientos, donde las muestras son de tipo relacionadas, y en función a dichas condiciones el método aplicado fue la prueba no paramétrica de Friedman, y a la vez para los casos de resultados significativos y poder realizar la comparación entre tratamientos se utilizó la prueba de Wilcoxon.

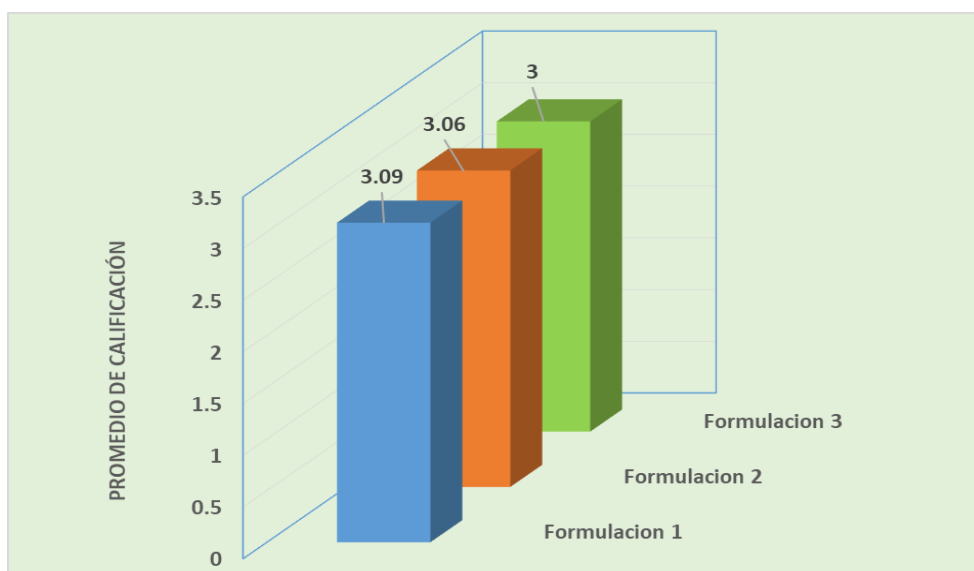
4.1.1. Evaluación del color de la miga

El color de la miga se evaluó en forma específica dentro de una categoría orientada al color amarillo y sus intensidades, para lo cual se utilizó 35 datos de cada una de las 3 formulaciones

En la figura 3 se presenta la calificación promedio del color de las tres formulaciones

Figura 3

Calificación promedio del color de la miga de las tres formulaciones

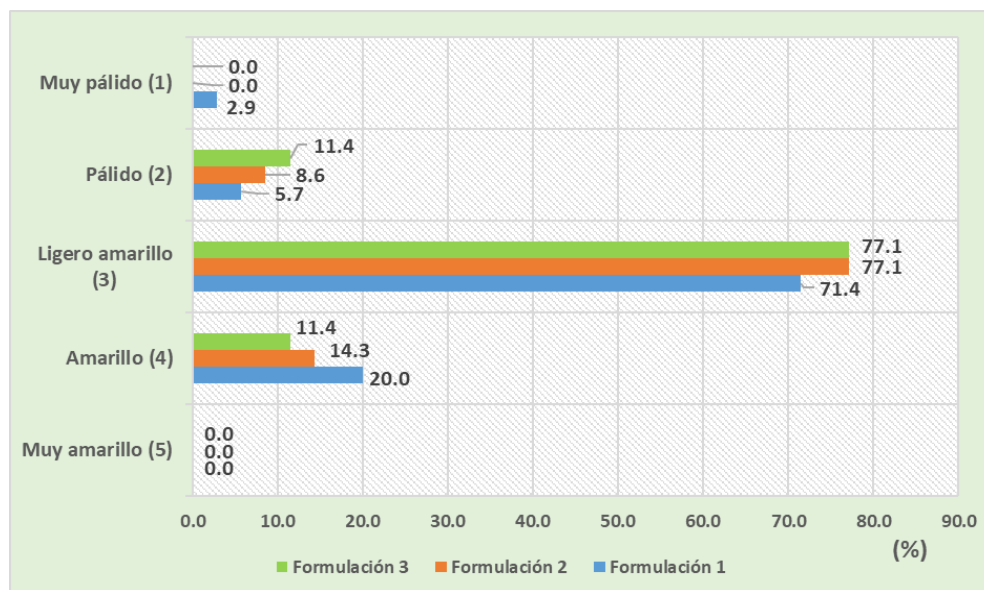


Nota. Los promedios de color de la miga de las 3 formulaciones son muy cercanos entre sí.

En la figura 4 se presenta los % de observación de las características del color de la miga

Figura 4

Porcentajes de observación de las características del color de la miga



Nota. El color de la miga del pan de hamburguesa se ha medido en cinco características, donde el color “Ligero amarillo” es el color ideal esperado. En los resultados se evidencia que las tres formulaciones alcanzaron observaciones de 71.4 y 77.1 % con la calificación el color de la miga en la categoría “Ligero amarillo”, así mismo no se han tenido observaciones de colores extremos como “Muy pálido” o “Muy amarillo”.

Prueba de Friedman para comparar los colores de la miga

Considerando que las pruebas de contraste se utilizan para validar resultados descriptivos, como el presente caso, donde los promedios de color descritos en la figura 3 se encuentran muy cercanos y poder decir que son iguales, la prueba de Friedman se utilizó para verificar si el color de la miga de las tres formulaciones del pan de hamburguesa es igual o diferente

La prueba de desarrollo a un nivel de significancia del 5%

En la tabla 9 se presenta el desarrollo de la prueba no paramétrica de Friedman para el color de la miga, cuyo procesamiento de datos se ha realizado con la herramienta del SPSS.24, cuyos reportes se encuentran en el Anexo C.

Tabla 9

Prueba de Friedman para el color de la miga

Componente	Descripción
Hipótesis nula	El color de la miga en las tres formulaciones es igual
Hipótesis alterna	El color de la miga en las tres formulaciones no es igual
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,732 (Anexo C)
Criterio de decisión	Se acepta la hipótesis nula.
Resultado	El colore de la miga en las tres formulaciones es igual

Nota. Verificándose a nivel inferencial que el color de la miga en las tres formulaciones es igual, entonces los tres niveles de inclusión de la enzima Alfa amilasa es no significativo y no afecta el color de la miga del pan de hamburguesa.

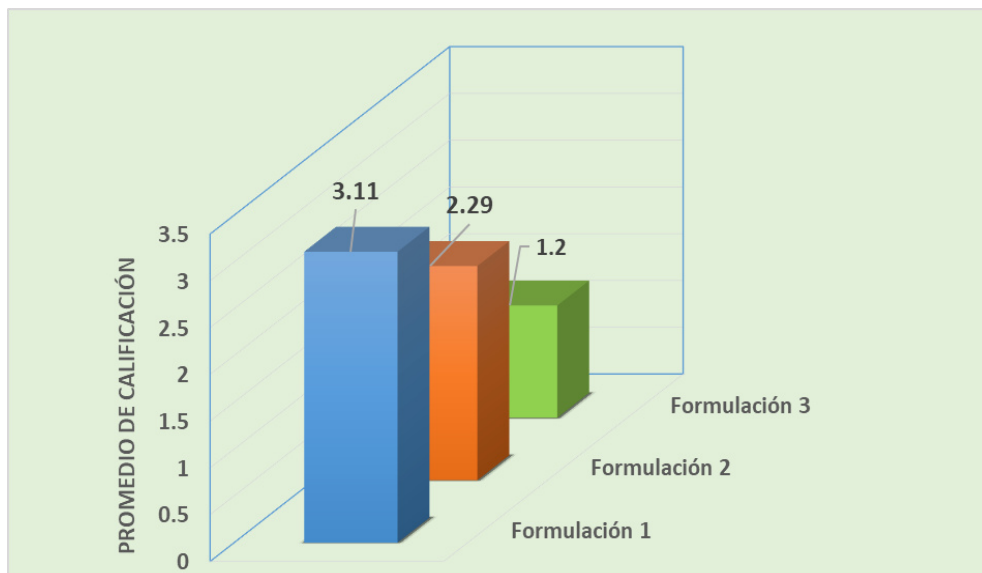
4.1.2. Evaluación de la apariencia de la miga

La apariencia de la miga del pan se evaluó en forma específica dentro de cinco categorías específicas descritas como “Muy compacta”, “Compacta”, “Ni porosa ni compacta”, “Porosa” y “Muy porosa” para lo cual se utilizó 35 datos de cada una de las tres formulaciones del pan de hamburguesa.

En la figura 5 se presenta la calificación promedio de la apariencia de la miga de las tres formulaciones del pan de hamburguesa

Figura 5

Calificación promedio de la apariencia de la miga de las tres formulaciones

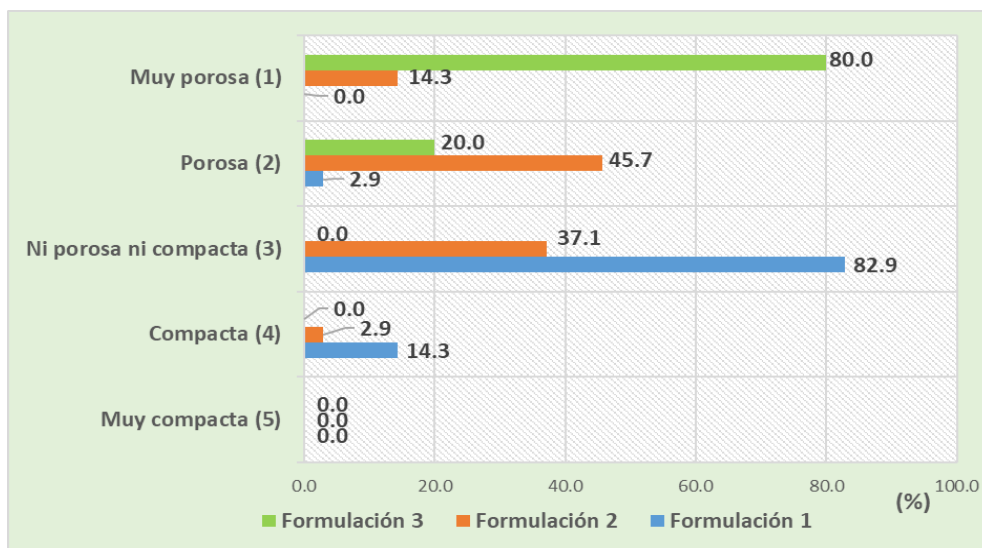


Nota. Los promedios de apariencia de la miga de las 3 formulaciones se observan diferentes

La figura 6 presenta los % de observación de las características de apariencia de la miga

Figura 6

Porcentajes de observación de las características de la apariencia de la miga



Nota. La Apariencia de la miga del pan de hamburguesa ideal es “Ni porosa ni compacta”

En la figura 6 se observa que un 82,9% de las observaciones de la Formulación 1 calificaron la apariencia de la miga como “Ni porosa ni compacta”. Así mismo un 45,7% de las observaciones de la Formulación 2 calificaron la apariencia de la miga como “Porosa”. Además, se observa que un 80% de las observaciones de la Formulación 3 calificaron la apariencia de la miga como “Muy porosa”.

Prueba de Friedman para comparar las apariencias de la miga

Los promedios de apariencias de la miga descritas en la figura 5 se encuentran muy distantes y para poder verificar que son diferentes, se utilizó la prueba de Friedman a un nivel de significancia del 5%

En la tabla 10 se presenta el desarrollo de la prueba no paramétrica de Friedman para la apariencia de la miga, cuyo procesamiento de datos se realizó con el software SPSS.24

Tabla 10

Prueba de Friedman para la apariencia de la miga

Componente	Descripción
Hipótesis nula	La apariencia de la miga en las tres formulaciones es igual
Hipótesis alterna	La apariencia de la miga en las tres formulaciones no es igual
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,000 (Anexo C)
Criterio de decisión	Se rechaza la hipótesis nula.
Resultado	La apariencia de la miga en las tres formulaciones no es igual

Nota. La apariencia de la miga en las tres formulaciones es diferente, entonces los niveles de inclusión de la enzima Alfa amilasa es significativo para la apariencia de la miga.

En concordancia con los resultados significativos de la prueba de Friedman aplicado a las apariencias de la miga, se desarrolló la prueba de Wilcoxon para la comparación entre pares de tratamientos, realizándose tres comparaciones a un nivel de significancia del 5%.

La tabla 11 presenta los resultados de la prueba de Wilcoxon para la apariencia de la miga, cuyo procesamiento se a realizado con el software SPSS.24 que se adjunta en el Anexo D.

Tabla 11

Resultados de la prueba de Wilcoxon para la apariencia de la miga

Comparaciones	p-valor	α	Decisión
Formulación 1 vs Formulación 2	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho
Formulación 1 vs Formulación 3	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho
Formulación 2 vs Formulación 3	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho

Nota. Los resultados indican que las tres comparaciones de apariencias de la miga son significativas, afirmándose que las apariencias de la miga de las tres formulaciones son diferentes, deduciéndose que la adición de la enzima Alfa amilasa tiene un efecto significativo en la apariencia de la miga. y de acuerdo a las calificaciones la Formulación 1 tiene la mejor apariencia de la miga.

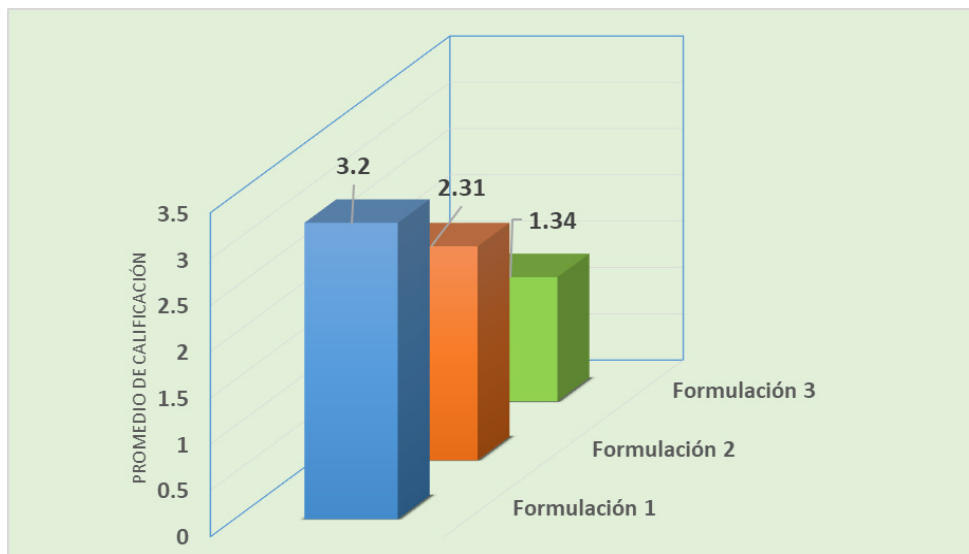
4.1.3. Evaluación de la friabilidad de la miga

La friabilidad de la miga se evaluó dentro de cinco categorías descritas como “Nada desmenuzable”, “Poco desmenuzable”, “Apenas desmenuzable”, “Desmenuzable” y “Muy desmenuzable” utilizando 35 datos de cada una de las tres formulaciones

La figura 7 presenta la calificación promedio de la friabilidad de la miga del pan de hamburguesa para las tres formulaciones

Figura 7

Calificación promedio de la friabilidad de la miga de las tres formulaciones

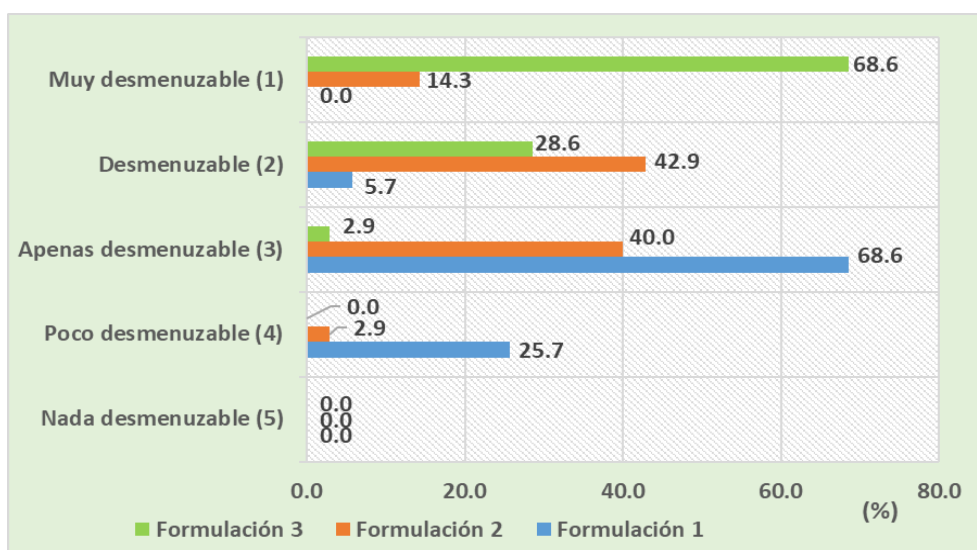


Nota. Los promedios de friabilidad de la miga de las 3 formulaciones se observan diferentes.

La figura 8 presenta los % de observación de las características de friabilidad de la miga

Figura 8

Porcentajes de observación de las características de friabilidad de la miga



Nota. La Friabilidad de la miga del pan de hamburguesa ideal es “Apenas desmenuzable”

En la figura 8 se observa que un 68,6% de las observaciones de la Formulación 1 calificaron la friabilidad de la miga como “Apenas desmenuzable”. Así mismo un 42,9% de las observaciones de la Formulación 2 calificaron la friabilidad de la miga como “Desmenuzable”. Además, se observa que un 68,6% de las observaciones de la Formulación 3 calificaron la friabilidad de la miga como “Muy desmenuzable”.

Prueba de Friedman para comparar la friabilidad de la miga

Los promedios de friabilidad de la miga descritas en la figura 7 se encuentran muy distantes y para poder verificar que son diferentes, se utilizó la prueba de Friedman a un nivel de significancia del 5%.

En la tabla 12 se presenta el desarrollo de la prueba no paramétrica de Friedman para la friabilidad de la miga, cuyo procesamiento de datos se realizó con el software SPSS.24

Tabla 12

Prueba de Friedman para la friabilidad de la miga

Componente	Descripción
Hipótesis nula	La friabilidad de la miga en las tres formulaciones es igual
Hipótesis alterna	La friabilidad de la miga en las tres formulaciones no es igual
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,000 (Anexo C)
Criterio de decisión	Se rechaza la hipótesis nula.
Resultado	La friabilidad de la miga en las tres formulaciones no es igual

Nota. La friabilidad de la miga en las tres formulaciones es diferente, entonces los niveles de inclusión de la enzima Alfa amilasa es significativo para la friabilidad de la miga.

En concordancia con los resultados significativos de la prueba de Friedman aplicado a las friabilidades de la miga, se desarrolló la prueba de Wilcoxon para la comparación entre pares de tratamientos, realizándose tres comparaciones a un nivel de significancia del 5%.

La tabla 13 presenta los resultados de la prueba de Wilcoxon para la friabilidad de la miga, cuyo procesamiento se ha realizado con el software SPSS.24 que se adjunta en el Anexo D.

Tabla 13

Resultados de la prueba de Wilcoxon para la friabilidad de la miga

Comparaciones	p-valor	α	Decisión
Formulación 1 vs Formulación 2	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho
Formulación 1 vs Formulación 3	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho
Formulación 2 vs Formulación 3	0,000	< 0,05	Se rechaza Ho

Nota. Los resultados indican que las tres comparaciones de friabilidad de la miga son significativas, confirmándose que las friabilidades de la miga de las tres formulaciones son diferentes, deduciéndose que la adición de la enzima Alfa amilasa tiene un efecto significativo en la friabilidad de la miga. y de acuerdo a las calificaciones la Formulación 1 tiene la mejor friabilidad de la miga con un 68,6% de observaciones calificando de “Apenas desmenuzable”.

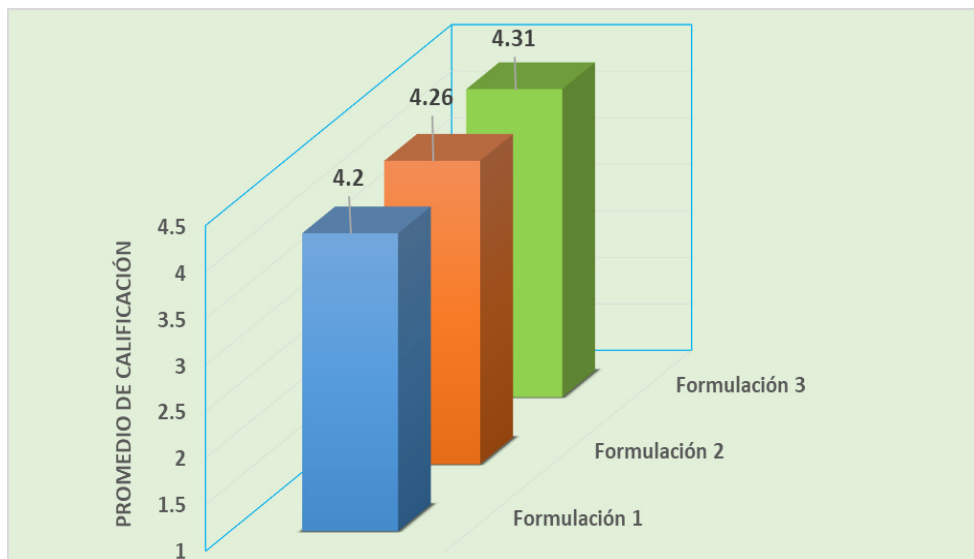
4.1.4. Evaluación del olor de la miga

El olor de la miga se evaluó en la escala hedónica de cinco categorías definidas en “Desagrada mucho”, “Desagrada poco”, “Ni agrada ni desagrada”, “Agrada” y “Agrada mucho” para lo cual se utilizó 35 datos de cada una de las 3 formulaciones.

En la figura 9 se presenta la calificación promedio del olor de las tres formulaciones

Figura 9

Calificación promedio del olor de la miga de las tres formulaciones

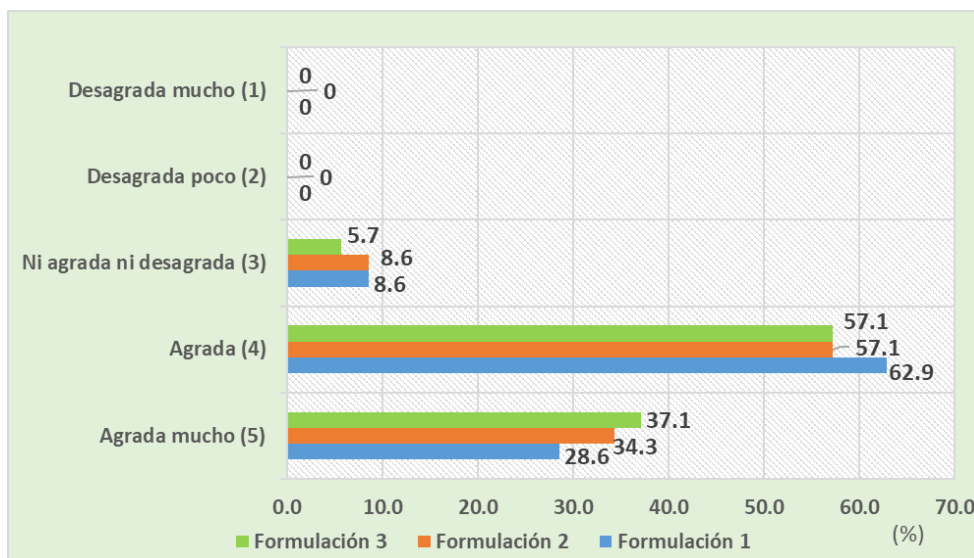


Nota. Los promedios de olor de la miga de las 3 formulaciones son muy cercanos entre sí.

En la figura 10 se presenta los % de observación de las características del olor de la miga

Figura 10

Porcentajes de observación de las características del olor de la miga



Nota. El olor ideal de la miga del pan de hamburguesa es “Agrada” o “Agrada mucho”.

En la figura 10 se observa que las tres formulaciones alcanzaron el 57,1 y 62.9 % de observaciones donde el olor “Agrada” así mismo las tres formulaciones alcanzaron entre 28,6 a 37,1 % de observaciones donde el olor “Agrada mucho”.

Prueba de Friedman para comparar los olores de la miga

La prueba de Friedman se utilizó para verificar si el olor de la miga de las tres formulaciones del pan de hamburguesa es igual o diferente.

La tabla 14 presenta la prueba de Friedman para el olor de la miga.

Tabla 14

Prueba de Friedman para el olor de la miga

Componente	Descripción
Hipótesis nula	El olor de la miga en las tres formulaciones es igual
Hipótesis alterna	El olor de la miga en las tres formulaciones no es igual
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,627 (Anexo C)
Criterio de decisión	Se acepta la hipótesis nula.
Resultado	El olor de la miga en las tres formulaciones es igual

Nota. En las tres formulaciones con inclusión de la enzima Alfa amilasa el olor es igual.

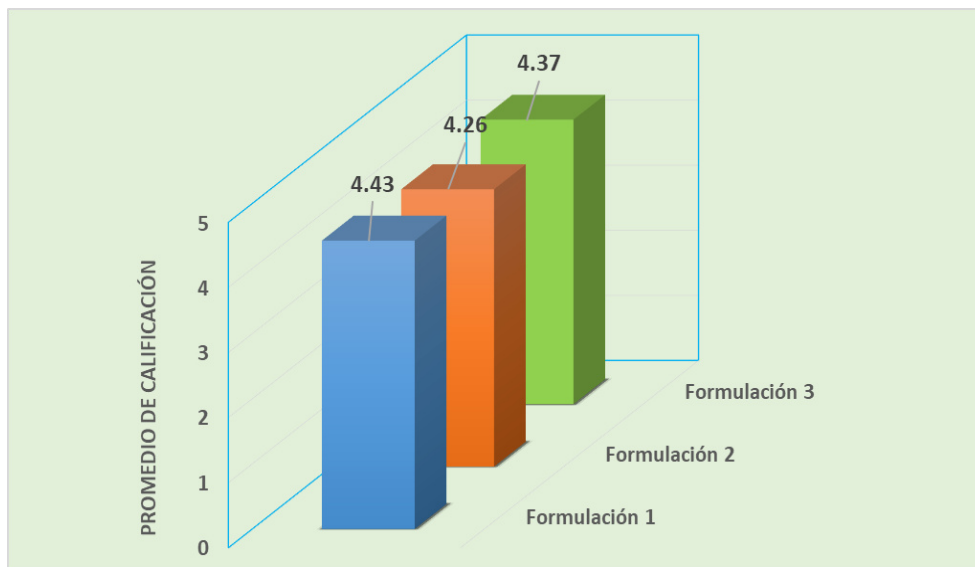
4.1.5. Evaluación del sabor de la miga

El sabor de la miga se evaluó en forma específica utilizando la escala hedónica de cinco categorías para lo cual se utilizó los 35 datos de cada una de las 3 formulaciones.

En la figura 11 se presenta la calificación promedio del sabor de las tres formulaciones

Figura 11

Calificación promedio del sabor de la miga de las tres formulaciones

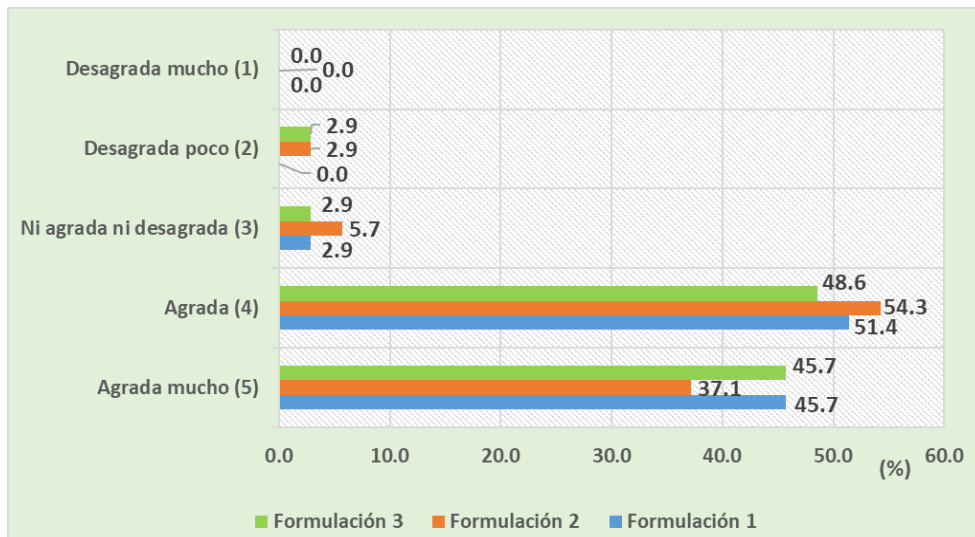


Nota. Los promedios de sabor de la miga de las 3 formulaciones son muy cercanos entre sí.

En la figura 12 se presenta los % de observación de las características del sabor de la miga

Figura 12

Porcentajes de observación de las características del sabor de la miga



Nota. El sabor ideal de la miga del pan de hamburguesa es “Agrada” o “Agrada mucho”.

En la figura 12 el sabor de la miga del pan de hamburguesa se ha medido en cinco categorías, En los resultados se evidencia que las observaciones en las tres formulaciones alcanzaron de 48,6 a 54,3 % la calificación de “Agrada” el sabor de la miga; así mismo se evidencia que las observaciones en las tres formulaciones alcanzaron de 37,1 a 45,7 % la calificación de “Agrada mucho” el sabor de la miga.

Prueba de Friedman para comparar los sabores de la miga

La prueba de Friedman se utilizó para verificar si el sabor de la miga de las tres formulaciones del pan de hamburguesa es igual o diferente.

La tabla 15 presenta la prueba de Friedman para el sabor de la miga, para lo cual los datos se procesaron utilizando el software SPSS.24

Tabla 15

Prueba de Friedman para el sabor de la miga

Componente	Descripción
Hipótesis nula	El sabor de la miga en las tres formulaciones es igual
Hipótesis alterna	El sabor de la miga en las tres formulaciones no es igual
Nivel de significancia	0,05
P-valor	0,736 (Anexo C)
Criterio de decisión	Se acepta la hipótesis nula.
Resultado	El sabor de la miga en las tres formulaciones es igual

Nota. Según los resultados a nivel inferencial el sabor de la miga en las tres formulaciones es igual, por lo tanto, los tres niveles de inclusión de la enzima Alfa amilasa no afecta el sabor de la miga del pan de hamburguesa.

4.1.6. Selección de la mejor formulación

En la tabla 16 se presenta un resumen de los resultados descriptivos e inferenciales obtenidos de los atributos sensoriales de las tres formulaciones del pan de hamburguesa para poder seleccionar la mejor formulación del pan de hamburguesa.

Tabla 16

Resumen de resultados de los atributos de las tres formulaciones

Indicadores	Descripción
Color: descriptivo	Los promedios de color de la miga son muy cercanos entre si
Color: inferencial	El color de la miga es igual en las tres formulaciones
Apariencia: descriptivo	El promedio de apariencia de la miga en la Formulación 1 es mejor
Apariencia: inferencial	La apariencia de la miga en la Formulación 1 es diferente a las demás
Friabilidad: descriptivo	El promedio de friabilidad de la miga en la Formulación 1 es mejor
Friabilidad: inferencial	La friabilidad de la miga en la Formulación 1 es diferente a las demás
Olor: descriptivo	Los promedios de olor de la miga son muy cercanos entre si
Olor: inferencial	El olor de la miga es igual en las tres formulaciones
Sabor: descriptivo	Los promedios de sabor de la miga son muy cercanos entre si
Sabor: inferencial	El sabor de la miga es igual en las tres formulaciones

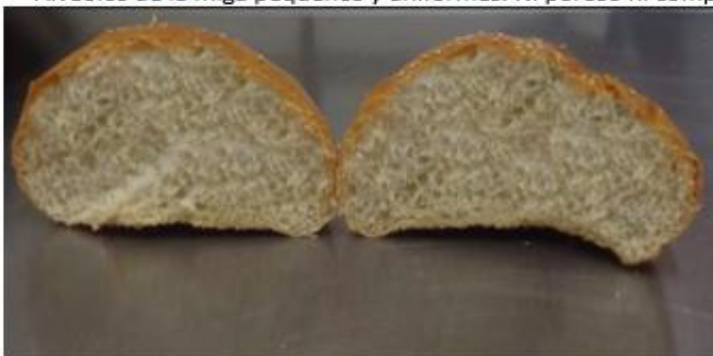
Nota. Según los atributos evaluados de las tres formulaciones, la mejor es la Formulación 1, donde los atributos fundamentales que han caracterizado la mejor formulación del pan de hamburguesa han sido la “Aceptabilidad” y la “Friabilidad” de la miga.

En la figura 13 se presenta el resultado de la “Aceptabilidad de la miga” de las tres formulaciones de pan de hamburguesa en base a los alveolos de la miga

Figura 13

Aceptabilidad de la miga de las tres formulaciones en base a los alveolos

- a) "Aceptabilidad" de la miga del pan de hamburguesa con la Formulación 1.
Inclusión de 0,2 g de enzima Alfa amilasa por 100 kg de harina
Alveolos de la miga pequeños y uniformes. Ni poroso ni compacto



- b) "Aceptabilidad" de la miga del pan de hamburguesa con la Formulación 2
Inclusión de 0,3 g de enzima Alfa amilasa por 100 kg de harina
Alveolos de la miga medianos y no uniformes. Poroso y no compacto



- c) "Aceptabilidad" de la miga del pan de hamburguesa con la Formulación 3
Inclusión de 0,4 g de enzima Alfa amilasa por 100 kg de harina
Alveolos de la miga grandes y no uniformes. Muy poroso



Nota. La mejor "Aceptabilidad" de miga "ni porosa ni compacto" se logra con la Formulación 1

4.2. Estudio de vida útil

El estudio de vida útil del pan de hamburguesa se realizó a la mejor formulación que fue la Formulación 1 elaborada con 0,2 g de enzima de Alfa amilasa por 100 kg de harina. El estudio consistió en evaluar el deterioro de aceptabilidad de los atributos sensoriales y la determinación microbiológica de mohos en el tiempo.

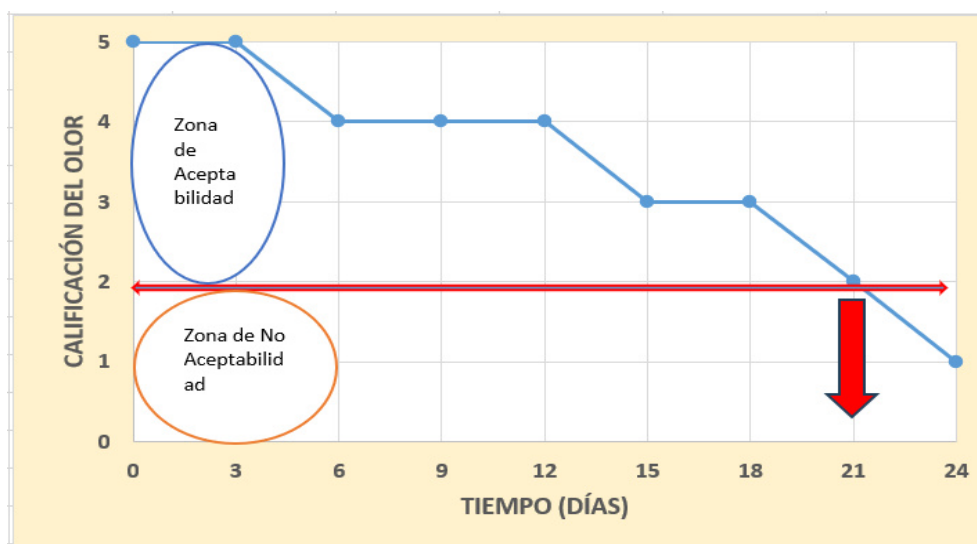
4.2.1 Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro

Los atributos sensoriales de aceptabilidad evaluados del pan de hamburguesa con la Formulación 1 fueron el olor, el sabor y la textura los cuales se evaluaron en un horizonte de 24 días a razón de una evaluación cada tres días

En la figura 14 se presenta la evaluación sensorial del olor en el tiempo.

Figura 14

Deterioro de aceptabilidad del olor al transcurrir el tiempo de almacenamiento

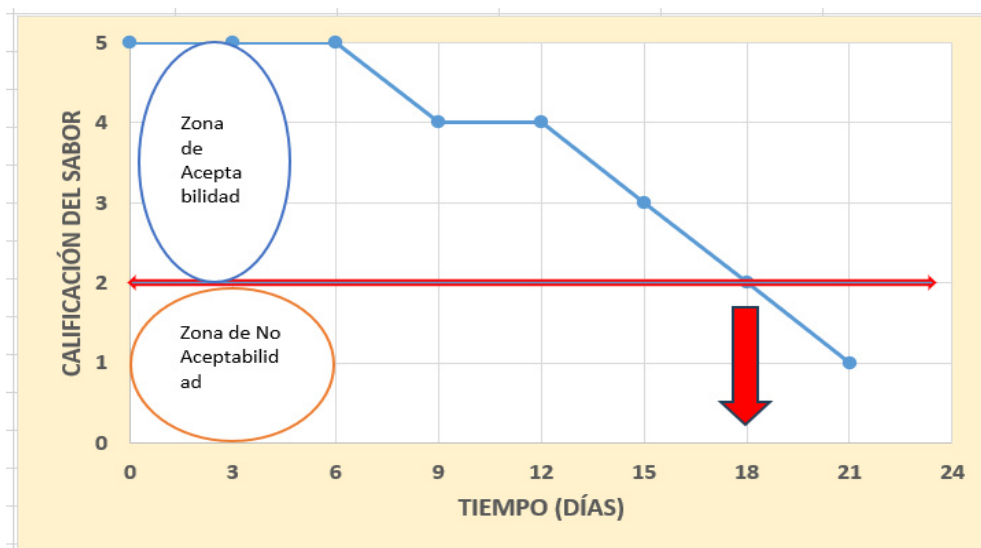


Nota. El olor pierde aceptabilidad en el tiempo. Es aceptable el olor hasta el día 21.

En la figura 15 se presenta la evaluación sensorial del sabor en el tiempo.

Figura 15

Deterioro de aceptabilidad del sabor al transcurrir el tiempo de almacenamiento

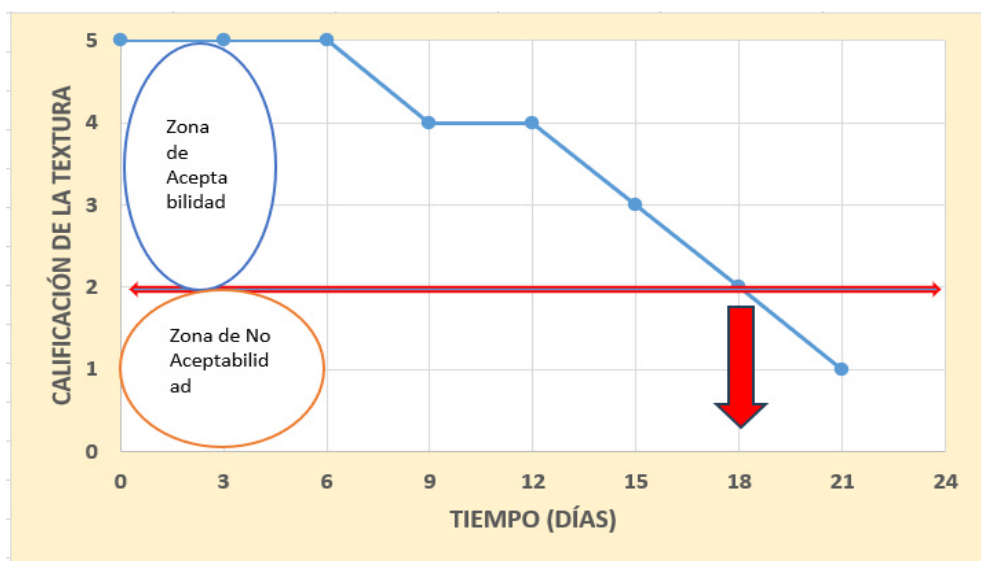


Nota. El sabor pierde aceptabilidad en el tiempo. Es aceptable el sabor hasta el día 18.

En la figura 16 se presenta la evaluación sensorial de la textura en el tiempo.

Figura 16

Deterioro de aceptabilidad de la textura al transcurrir el tiempo de almacenamiento



Nota. La textura pierde aceptabilidad en el tiempo. Es aceptable la textura hasta el día 18.

4.2.2. Control microbiológico

Según MINSA (2011), los criterios microbiológicos para productos de panificación, galletería y pastelería, en lo correspondiente al grupo en el cual se encuentra el pan de hamburguesa, se debe realizar un control microbiológico de mohos.

Para el estudio de vida útil del pan de hamburguesa se realizó tres controles microbiológicos, determinándose la numeración de mohos en tres periodos diferentes, mediante un método de ensayo específico. (Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos [ICMSF], 2000).

En la tabla 17 se presenta los resultados de los análisis microbiológicos de mohos realizados al pan de hamburguesa en diferentes periodos de tiempo.

Tabla 17

Análisis microbiológico de mohos durante periodo de almacenamiento

Periodos de análisis	Resultados (UFC/g)	Limite máximo (UFC/g)	Referencia
23/10/2025 (producción)	0 estimado	10^2	-
Del 31/10/2025 al 05/11/2025	< 10 estimado	10^2	Anexo E
Del 04/11/2025 al 09/11/2025	< 10 estimado	10^2	Anexo F
Del 06/11/2025 al 11/11/2025	50 estimado	10^2	Anexo G

Nota. La producción del pan de hamburguesa se realizó el 21/10/2025 con un estimado de cero (0) (UFC/g), en los periodos de control que concluyeron el 05/11/2025 y 09/11/2025, la numeración de mohos estuvo por debajo de 10 (UFC/g), y en el último control del 11/11/2025 la numeración de mohos alcanzó un estimado de 50 (UFC/g), todavía por debajo del límite máximo permitido establecido en (10^2 UFC/g).

4.2.3. Determinación de la vida útil del pan de hamburguesa

La determinación de vida útil del pan de hamburguesa elaborado con la Formulación 1 se ha realizado considerando dos métodos de evaluación:

- Evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro del olor, sabor y textura
- Evaluación de numeración de mohos mediante análisis microbiológico

La tabla 18 presenta la determinación del tiempo de vida útil del pan de hamburguesa

Tabla 18

Determinación del tiempo de vida útil del pan de hamburguesa con la Formulación 1

Factores evaluados	Resultado
Olor (tiempo máximo de aceptabilidad)	21 días
Sabor (tiempo máximo de aceptabilidad)	18 días
Textura (tiempo máximo de aceptabilidad)	18 días
Evaluación microbiológica	
Mohos (después de 8 días)	< 10 estimado (UFC/g)
Mohos (después de 13 días)	< 10 estimado (UFC/g)
Mohos (después de 17 días)	< 10 estimado (UFC/g)
Mohos (después de 19 días)	50 estimado (UFC/g)

Nota. Para la determinación del tiempo de vida útil del pan de hamburguesa la evaluación sensorial es uno de los factores fundamentales porque permite conocer el tiempo límite de aceptabilidad del producto, para el presente estudio queda establecido en 18 días, aun cuando la numeración de mohos se encuentra por debajo del límite máximo permitido por la norma sanitaria.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación utilizó la enzima Alfa amilasa como una alternativa para mejorar la miga del pan de hamburguesa que estaba muy porosa con alveolos grandes y muy desmenuzable, para lo cual evaluó tres concentraciones de enzima obteniendo como resultado que la concentración de 0,2 g de enzima por 100 kg de harina, permitió obtener un producto con una Apariencia de miga “Ni muy porosa ni compacta” y con una Friabilidad de miga “Apenas desmenuzable”, condiciones ideales que debe tener el pan de hamburguesa deseado; todo ello concuerda con un estudio realizado por Ronquillo (2012), quien experimentó la adición de la enzima Alfa amilasa en la elaboración de un pan con diferentes tipos de harina de trigo, obteniendo productos con mejor volumen y finura, así como mas digeribles por el organismo humano.

El trabajo desarrollado adicionando la enzima Alfa amilasa para mejorar la textura de la miga del pan de hamburguesa, permitió obtener una Apariencia de miga “Ni muy porosa ni compacta” así como una Friabilidad de miga “Apenas desmenuzable”, características deseadas que debe tener la miga del pan de hamburguesa, lo cual coincide con el trabajo realizado por Pérez (2002), quien también utilizó las enzimas amilasa y xilanasas para estudiar la vida útil del pan marroqueta precocido congelado, los resultados demostraron que las enzimas utilizadas tienen un impacto positivo en la calidad del pan almacenado mejorando la apariencia y la textura de la miga.

Recalde y Rodríguez (2003) menciona que el uso de agentes mejoradores dentro de los cuales se encuentra la enzima Alfa amilasa es una alternativa para dejar de usar el Bromato en la panificación, sin embargo es necesario realizar estudios específicos para determinar el porcentaje de inclusión adecuados según el tipo de pan que se quiere elaborar, lo cual coincide con el presente trabajo que también ha tenido como objetivo evaluar el efecto de tres (3) los niveles de inclusión de la enzima Alfa amilasa en las características sensoriales del pan de hamburguesa.

El estudio realizado utilizando la enzima Alfa amilasa para mejorar la textura de la miga donde la formulación 1 alcanzó las características de deseadas en la Apariencia y Friabilidad de la miga, coincide con lo mencionado por Pulloquina (2011) quien menciona que en la elaboración del pan se utiliza únicamente harina de trigo, pero es necesario su sustitución parcial por harinas sucedáneas como de cereales y tubérculos y por ello debe utilizarse enzimas como la Alfa amilasa y otros compuestos como el ácido ascórbico, glucosa oxidasa, entre otros para mejorar las características reológicas de la harina panadera y obtener panes con mejores características sensoriales como la textura de la miga.

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a los panes de hamburguesa en numeración de mohos hasta el día 19 después de su elaboración, almacenados en bolsas plásticas dieron como resultado un valor de 50 UFC/g, lo cual comparado con lo establecido por MINSA (2011) se encuentra por debajo del máximo permitido por los criterios microbiológicos para productos de panificación.

VI. CONCLUSIONES

a) La calificación promedio del Color de la miga de las tres formulaciones es no significativa a un nivel de significancia del 5 %, deduciéndose que los tres niveles de adición de la enzima Alfa amilasa no tienen efecto en el color de la miga del pan de hamburguesa; así mismo entre el 71.4 al 77.1 % de observaciones el color de la miga se encuentra en la categoría de “Ligero amarillo” para las tres formulaciones, encontrándose el color de la miga dentro de lo esperado.

b) La calificación promedio de la Apariencia de la miga de las tres formulaciones es significativa a un nivel de significancia del 5 %, deduciéndose que los tres niveles de adición de la enzima Alfa amilasa tienen un efecto diferente en la Apariencia de la miga del pan de hamburguesa; así mismo el 82,9 % de observaciones de la Apariencia de la miga se encuentra en la categoría esperada de “Ni porosa ni compacta” para la Formulación 1, mientras que la Formulación 2 alcanzó el 37,1 % y la Formulación 3 el 0 %.

c) La calificación promedio de la Friabilidad de la miga de las tres formulaciones es significativa a un nivel de significancia del 5%, deduciéndose que los tres niveles de adición de la enzima Alfa amilasa tienen un efecto diferente en la Friabilidad de la miga del pan de hamburguesa; así mismo el 68,6 % de observaciones de la Friabilidad de la miga se encuentra en la categoría esperada de “Apenas desmenuzable” para la Formulación 1, mientras que la Formulación 2 alcanzó el 40,0 % y la Formulación 3 el 2,9%.

d) La calificación promedio del Olor de la miga de las tres formulaciones es no significativa a un nivel de significancia del 5 %, deduciéndose que los tres niveles de adición de la enzima Alfa amilasa no tienen efecto en el Olor de la miga del pan de hamburguesa; así mismo entre el 57.1 al 62,9 % de observaciones el Olor de la miga se encuentra en la categoría esperada de “Agrada” y

entre el 28,6 al 37,1% en la categoría esperada “Agrada mucho” para las tres formulaciones, encontrándose el Olor de la miga dentro de lo esperado.

e) La calificación promedio del Sabor de la miga de las tres formulaciones es no significativa a un nivel de significancia del 5 %, deduciéndose que los tres niveles de adición de la enzima Alfa amilasa no tienen efecto en el sabor de la miga del pan de hamburguesa; así mismo entre el 48,6 al 54,3 % de observaciones el Sabor de la miga se encuentra en la categoría esperada de “Agrada” y entre el 37,1 al 45,7% en la categoría esperada “Agrada mucho” para las tres formulaciones, encontrándose el Sabor de la miga dentro de lo esperado.

f) Según los atributos evaluados para las tres formulaciones la mejor formulación es la Formulación 1 con una adición de 0,2 g de enzima Alfa amilasa por 100 kg de harina, donde los atributos fundamentales que han caracterizado la mejor miga del pan de hamburguesa han sido la “Aceptabilidad” y la “Friabilidad” de la miga.

g) El estudio de vida útil se realizó a la Formulación 1 aplicando la evaluación sensorial de pérdida de aceptabilidad por deterioro, los tiempos máximos de aceptabilidad fueron: para el olor 21 días, para el sabor, 18 días y para la textura 18 días; así mismo en la evaluación microbiológica de numeración de mohos realizado hasta el día 19 después de la producción del pan de hamburguesa alcanzo 50 UFC/g.

h) El tiempo de vida útil del pan de hamburguesa con la Formulación 1 según la evaluación sensorial que determinó el límite de aceptabilidad del producto, y los resultados del análisis de numeración de mohos queda establecido en 18 días.

VII. RECOMENDACIONES

a) Estudiar diferentes tipos de enzimas y su efecto en mezclas de harinas panaderas para mejorar la reología de las masas para panificación

b) Realizar trabajos de investigación con el uso de la enzima Alfa amilasa para determinados tipos de panes en forma específica, aprovechando sus diferentes propiedades tales como de digestibilidad y mejora de la textura de los panes.

VIII. REFERENCIAS

- Aditivos alimentarios (12 de junio de 2024). *Aditivos alimentarios. Enzimas. Alfa amilasa*.
<https://mitualimentaria.pe/categoria-producto/aditivos-alimentarios/enzimas/>
- Albornoz, C. (1998). *Utilización de una Alfa-amilasa bacterial y levadura de panificación en la elaboración del masato*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
Repositorio Institucional UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f7672f31-0955-4647-af8a-1110cf0db25f/content>
- Appleton, K. y Best, R. (2013). The consumption of protein-rich foods in older adults: An exploratory focus group study. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, (6)45, 751-755. <http://doi.org/10.1016/j.jneb.2013.03.008>
- Ashouri, A., George, T., Hobbs, D., Lovegrove, J. y Methven, L. (2014). The consumer acceptance of novel vegetable-enriched bread products as a potential vehicle to increase vegetable consumption. *Food Research International*, 58, 15-22. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.038>
- Bakels Perú (6 de setiembre de 2024). *Pan de hamburguesa*. <https://www.bakels.pe/recetas/pan-hamburguesa/>
- Bemiller, J. y Gray, J. (2003). Bread staling: Molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1), 1-21. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00011.x>
- Chau, A. (2003). *Utilización del método escalonado y la distribución de Weibull para la determinación de la vida en anaquel del chorizo parrillero (N°. J13 C35-T)*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Codex Alimentarius (2010). *Inventario de sustancias utilizadas como coadyuvantes de elaboración (ICE), lista actualizada*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%2BDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCCFA%252Fccfa43%252Ffa43_inf3s.pdf
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [COFEPRIS]. (2024). *Aditivos alimentarios Anexo VI. Enzimas no publicadas*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/926081/ANEXO_VI.pdf
- Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos [ICMSF]. (2000). *Microorganismos de los Alimentos I*. (3^a ed.). Acribia.
- Congote, P. (2010). *Entrenamiento del panel sensorial de la compañía de galletas Noel S. A. en pruebas discriminativas y descriptivas*. [Informe de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio Institucional UNILASALLISTA. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/671/1/Trabajo%20de%20grado%20Paula%20Andrea%20Congote%20R.pdf>
- Contreras, J. (2024). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pan de árbol (Artocarpus altilis F.), α amilasa y lactosuero, en las características tecnológicas y sensoriales de pan de molde*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6766>
- Cordón, J. (2007). *Determinación acelerada de la vida en anaquel de la rosquilla hondureña*. [Proyecto Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Repositorio Institucional Zamorano.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/44f26cc4-2f60-4657-a406-1c7683a9815f/content>

Corrales, J. y Erazo, R. (2009). *Influencia del almidón de Achira (Canna edulis ker) para elaboración de Muffin adicionando leche (vaca, soya) y edulcorantes (azúcar, panela)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/553>

Couvain, S y Young, L. (2002). *Fabricación de pan*. Acribia S.A.

Cozzolino, F., Danza, A., Del Nobile, M., Lampignano, V., Laverse, J., Lecce, L. y Mastromatteo, M. (2014). Processing and characterization of durum wheat bread enriched with antioxidant from yellow pepper flour. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 479-485. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.001>.

Grosso, S. (2002). *Criterios relativos al análisis sensorial de mieles*. Universidad de Tolima. https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/criterios_relativos_al_analisis_sensorial_de_mieles.pdf

Gualdrón, J. y Gonzáles, R. (2013). Evaluación de un yogur con características simbióticas y su efecto sobre la vida útil del producto. *Microbiología tropical*, 3(1), 6-17. <https://revistas.unicesar.edu.co/index.php/microtrop/article/view/43>

Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Huerta, V. y Torricella, R. (2008). *Análisis sensorial aplicado a la restauración*. Instituto Culinario de México. Editorial Universitaria. <http://repositorio.eduniv.cu/items/show/3121>

Hough, G., Langohr, K., Gómez, G. y Curia, A. (2003). Análisis de supervivencia aplicado a la vida útil sensorial de los alimentos. *Journal of Food Science*. (68)1, 359-362. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb14165.x>

- Hough, G. y Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de alimentos*. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Programa CYTED. <https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/libro-estimacion-de-la-vida-util-sensorial-de-los-alimentos.pdf>
- Jaramillo, J. (2020). *Protocolo para la vida útil del pan sin relleno*. [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional UDEA. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18769/1/JaramilloJuliana_2020_ProtocoloVida%C3%9Atil.pdf
- Ministerio de Salud [MINSA]. (2011). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería*. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [OMS/FAO]. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. <https://www.fao.org/3/ac911s/ac911s.pdf>
- Parlamento Europeo (2011). *Regulación (EC) N° 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 december 2008 on food additives*. https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Reg1129_2011.pdf
- Pérez, M. (2022). *Efecto de las enzimas amilasa maltogénica y xilanasa en vida útil de pan marraqueta precocido congelado en condición de almacenamiento refrigerado*. [Memoria de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/188888/Efecto-de-las-enzimas-amilasa-maltogenica-y-xilanasa-en-vida-util-de-pan.pdf?sequence=1>
- Pulloquinga, L. (2011). *Estudio del efecto de glucoxidasas y alfa - amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (Solanum tuberosum) nacional en el periodo*

- 2010-2011. [Trabajo de pregrado, Universidad Tecnológica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/836>
- Recalde, H. y Rodríguez, M. (2003). *Utilización de las enzimas α amilasa y xilanasas con ácido L-ascórbico como mejoradores panarios en la harina de trigo*. [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica de Ambato.
- Ronquillo, H. (2012). *Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo Muffin elaborado con diferentes tipos de harina de trigo*. [Trabajo de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3093>
- Salgado, A. (2011). *Muffin reducido en calorías y adicionado con fibra dietética*. [Memoria de pregrado]. Universidad del Claustro de Sor Juana.
- Saavedra C. (2005). *Formulación, elaboración y evaluación sensorial de helados para diabéticos*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Schroth, A. (12 de mayo de 2015). Un hogar peruano compra pan envasado ocho veces al año. *La República*. <https://larepublica.pe/economia/876615-un-hogar-peruano-compra-pan-envasado-8-veces-al-ano>
- Severiano, P., Gómez, D., Méndez, C., Pedrero, D., Gómez, C., Ríos, S., Escamilla, A. y Utrera, M. (2012). *Manual de evaluación sensorial*. Proyecto enseñanza integral del trabajo experimental y cuidado del medio ambiente. Universidad Autónoma de México. https://07carterbrawn.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/manual_31114-arturo.pdf
- Sociedad Americana de Química [CAS]. (2024). *Codificación de enzimas*. <https://www.cas.org/es-es/search?query=codificacion+de+enzimas>

Soldado, M. (2017). *Estudio de factibilidad para la diversificación de nuevos productos en la empresa El Pan Casero*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].

Repositorio

Institucional

UMSA.

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/21306>

Soto, E. y Vilcapoma, D. (2012). *Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (Zea Mays L.) nativo tostado y envasado en tres tipos de envases*. [Tesis de pregrado].

Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Tejero, F. (2024). *Los mejorantes en panificación*. <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/los-mejorantes-en-panificacion/>

IX. ANEXOS

Anexo A. Ficha de valuación sensorial para el pan de hamburguesa

EVALUACIÓN SENSORIAL - PAN DE HAMBURGUESA			
INSTRUCCIONES: DEGUSTE LAS MUESTRAS Y MARQUE CON UNA X PARA CADA ATRIBUTO SEGÚN SU APRECIACIÓN PERSONAL			
CALIFICACIÓN DEL COLOR DE LA MIGA	MUESTRA		
	1	2	3
(5) Muy amarillo			
(4) Amarillo			
(3) Ligero amarillo			
(2) Pálido			
(1) Muy pálido			
CALIFICACIÓN DE APARIENCIA DE LA MIGA	MUESTRA		
	1	2	3
(5) Muy compacta			
(4) Compacta			
(3) Ni porosa ni compacta			
(2) Porosa			
(1) Muy porosa			
CALIFICACIÓN DE LA FRIABILIDAD DE LA MIGA	MUESTRA		
	1	2	3
(5) Nada desmenuzable			
(4) Poco desmenuzable			
(3) Apenas desmenuzable			
(2) Desmenuzable			
(1) Muy desmenuzable			
CALIFICACIÓN DEL OLOR DE LA MIGA	MUESTRA		
	1	2	3
(5) Agrada mucho			
(4) Agrada			
(3) Ni agrada ni desagrada			
(2) Desagrada poco			
(1) Desagrada mucho			
CALIFICACIÓN DEL SABOR DE LA MIGA	MUESTRA		
	1	2	3
(5) Agrada mucho			
(4) Agrada			
(3) Ni agrada ni desagrada			
(2) Desagrada poco			
(1) Desagrada mucho			
Comentarios:			

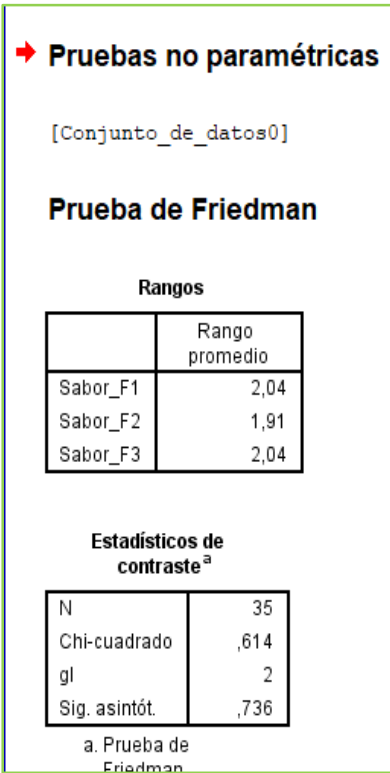
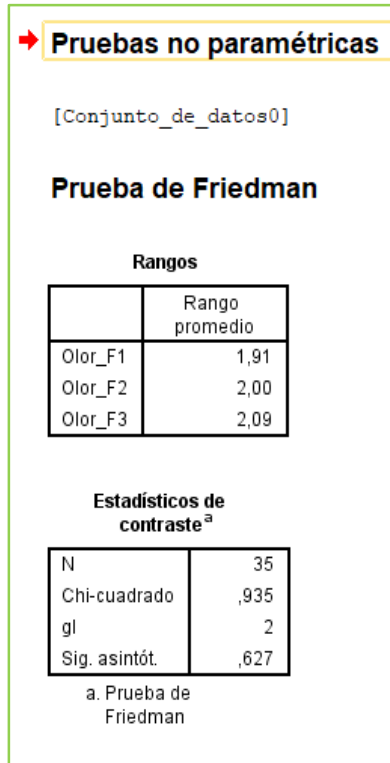
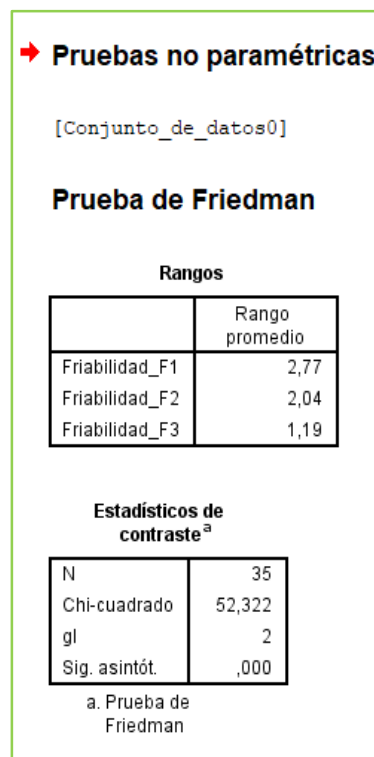
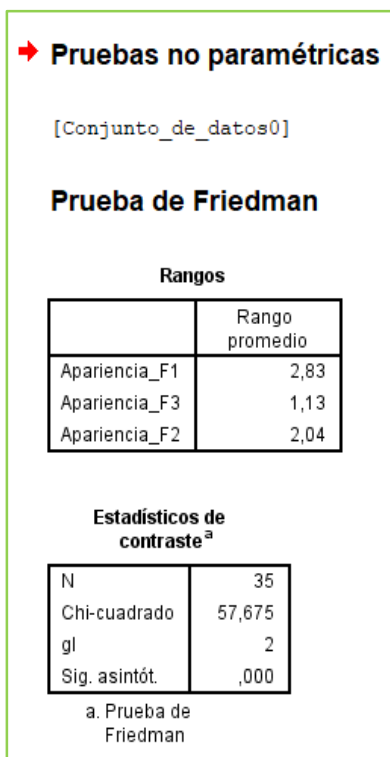
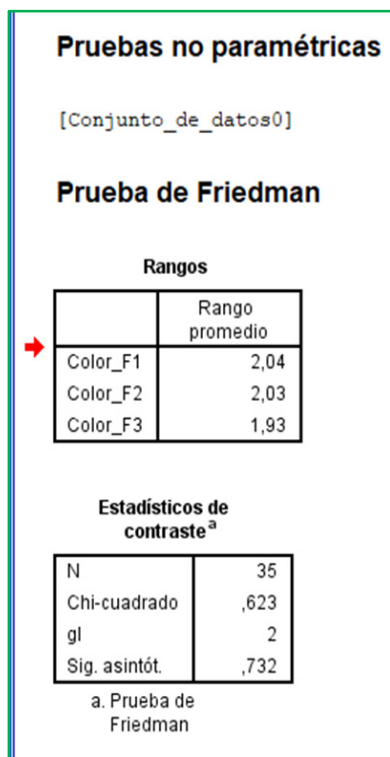
Anexo B. Resultados de prueba de normalidad con el software SPSS.24

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Color_F1	.359	35	.000	.700	35	.000
Color_F2	.394	35	.000	.726	35	.000
Color_F3	.386	35	.000	.659	35	.000
Apariencia_F1	.469	35	.000	.543	35	.000
Apariencia_F2	.248	35	.000	.845	35	.000
Apariencia_F3	.489	35	.000	.491	35	.000
Friabilidad_F1	.390	35	.000	.702	35	.000
Friabilidad_F2	.246	35	.000	.843	35	.000
Friabilidad_F3	.423	35	.000	.631	35	.000
Olor_F1	.348	35	.000	.748	35	.000
Olor_F2	.320	35	.000	.762	35	.000
Olor_F3	.334	35	.000	.741	35	.000
Sabor_F1	.322	35	.000	.712	35	.000
Sabor_F2	.272	35	.000	.762	35	.000
Sabor_F3	.276	35	.000	.728	35	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo C. Resultados de prueba de Friedman con el software SPSS.24



Anexo D. Resultados de la prueba de Wilcoxon con el software SPSS.24

Estadísticos de contraste^a

	Apariencia_F 2- Apariencia_F 1	Apariencia_F 3- Apariencia_F 1	Apariencia_F 3- Apariencia_F 2
Z	-4,363 ^b	-5,330 ^b	-4,565 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Estadísticos de contraste^a

	Friabilidad_F 2- Friabilidad_F 1	Friabilidad_F 3- Friabilidad_F 1	Friabilidad_F 3- Friabilidad_F 2
Z	-4,058 ^b	-5,205 ^b	-4,394 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Anexo E. Resultado del análisis microbiológico de mohos del 31/10/2025 al 05/11/2025

INFORME DE ENSAYO N° M-2410-0283-001

Orden de Trabajo : OT-CCM2410-0283
Cliente : DE LA CRUZ MENDOZA FRESCIA XIOMARA
Domicilio Fiscal : Mz k3 Lt8 José Carlos Mariategui S.J.L.
Procedencia de las muestras : FACULTAD DE OCEONAGRIA, PESQUERIA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA - UNFV
Servicio Solicitado : Ensayos Microbiológicos
Alcance Declarado : PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETTERÍA
Nombre Comercial del producto : PAN DE HAMBURGUESA
Número de Muestras : 01
Identificación / marca : Proporcionada por el cliente
Presentación / Cantidad : Envase de Plástico / 320.0 g. Aprox.
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 31 de Octubre de 2024
Condición de las muestras : Buen estado, conservada a temperatura ambiente
Fecha de inicio de Ensayos : 31 de Octubre de 2024
Fecha de término de Ensayos : 05 de Noviembre de 2024

MUESTRAS	RESULTADOS
	Numeración de Mohos
PAN DE HAMBURGUESA 2410-0283-001	<10 Est. UFC/g

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Numeración de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. 2da. Ed. 1983. Págs. 165-167. Reimpresión 2000. (Ed. Acribia).

Est.: Estimado

Observaciones:

Ninguna.

Emitido en Lima, el 05 de Noviembre de 2024.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FLM-004
Versión: 01
F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de Internacional Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del producto o del lote sometido a análisis, no se debe relacionar los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Internacional Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudiera afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de Internacional Laboratories S.A.C. y para todo efecto de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del ejemplar electrónico que posee Internacional Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.

Anexo F. Resultado del análisis microbiológico de mohos del 04/11/2025 al 09/11/2025

INFORME DE ENSAYO N° M-2410-0284-001

Orden de Trabajo : OT-CCM2410-0284
Cliente : DE LA CRUZ MENDOZA FRESCIA XIOMARA
Domicilio Fiscal : Mz k3 Lt8 José Carlos Mariategui S.J.L
Procedencia de las muestras : FACULTAD DE OCEONAGRIA, PESQUERIA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA - UNFV
Servicio Solicitado : Ensayos Microbiológicos
Alcance Declarado : PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETTERÍA
Nombre Comercial del producto : PAN DE HAMBURGUESA
Número de Muestras : 01
Identificación / marca : Proporcionada por el cliente
Presentación / Cantidad : Envase de plástico / 237.0 g. Aprox.
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 04 de Noviembre de 2024
Condición de las muestras : Buen estado, conservada a temperatura ambiente
Fecha de inicio de Ensayos : 04 de Noviembre de 2024
Fecha de término de Ensayos : 09 de Noviembre de 2024

MUESTRAS	RESULTADOS
	PAN DE HAMBURGUESA 2410-0284-001
Numeración de Mohos	<10 Est. UFC/g

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Numeración de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. 2da. Ed. 1983. Págs. 165-167. Reimpresión 2000. (Ed. Acribia).

Est.: Estimado

Observaciones:

Ninguna.

Emitido en Lima, el 09 de Noviembre de 2024.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FLM-004
Versión: 01
F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del protocolo o del lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. International Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudiera afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del ejemplar electrónico que posee International Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.

Anexo G. Resultado del análisis microbiológico de mohos del 06/11/2025 al 11/11/2025

INFORME DE ENSAYO N° M-2410-0286-001

Orden de Trabajo : OT-CCM2410-0286
Cliente : DE LA CRUZ MENDOZA FRESCIA XIOMARA
Domicilio Fiscal : Mz k3 Lt8 José Carlos Mariategui S.J.L
Procedencia de las muestras : FACULTAD DE OCEONAGRIA, PESQUERIA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA - UNFV
Servicio Solicitado : Ensayos Microbiológicos
Alcance Declarado : PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETERÍA
Nombre Comercial del producto : PAN DE HAMBURGUESA
Número de Muestras : 01
Identificación / marca : Proporcionada por el cliente
Presentación / Cantidad : Envase de plástico / 255.0 g. Aprox.
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 06 de Noviembre de 2024
Condición de las muestras : Buen estado, conservada a temperatura ambiente
Fecha de inicio de Ensayos : 06 de Noviembre de 2024
Fecha de término de Ensayos : 11 de Noviembre de 2024

MUESTRAS	RESULTADOS
	PAN DE HAMBURGUESA 2410-0286-001
Numeración de Mohos	50 Est. UFC/g
DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Numeración de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. 2da. Ed. 1983. Págs. 165-167. Reimpresión 2000. (Ed. Acribia).

Est.: Estimado

Observaciones:

Ninguna.

Emitido en Lima, el 11 de Noviembre de 2024.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FLM-004
Versión: 01
F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del protocolo o del lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. International Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudieran afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del ejemplar electrónico que posee International Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.

Anexo H. Insumos utilizados en la elaboración del pan de hamburguesa

Harina de trigo



Manteca vegetal



Sal de mesa



Azúcar



Levadura



Mejorador de masa



Anexo I. Proceso experimental de elaboración del pan de hamburguesa

Proceso de amasado para el pan de hamburguesa



Pesado de la masa para el corte en 30 partes



Boleado y formado de masa de pan de hamburguesa



Bollos para la fermentación de masa



Bollos fermentados listos para el horneado



Bollos fermentados del pan de hamburguesa ingresando al horno rotatorio



Pan de hamburguesa extraído luego de la cocción en el horno rotatorio



Producto final: Pan de hamburguesa con adición de enzima Alfa amilasa

