

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

“Formulación adecuada en la elaboración de pan a base de harina de algarroba (*prosopis pallida*) y harina de trigo con fines de aceptabilidad”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis y desarrollo de procesos industriales

AUTORA:

Br. Soto Montero, Adriana Carolina

Jurado Evaluador:

Presidenta: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Neciosup Guibert, Robert

Vocal: Dra. Urraca Vergara, Elena

ASESOR:

DR. Ludeña Gutiérrez Alfredo Lázaro

Código Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-5674-5886>

**PIURA - PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 2022/10/27

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

“Formulación adecuada en la elaboración de pan a base de harina de algarroba (*prosopis pallida*) y harina de trigo con fines de aceptabilidad”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis y desarrollo de procesos industriales

AUTORA:

Br. Soto Montero, Adriana Carolina

Jurado Evaluador:

Presidenta: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Neciosup Guibert, Robert

Vocal: Dra. Urraca Vergara, Elena

ASESOR:

DR. Ludeña Gutiérrez Alfredo Lázaro

Código Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-5674-5886>

**PIURA - PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 2022/10/27

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

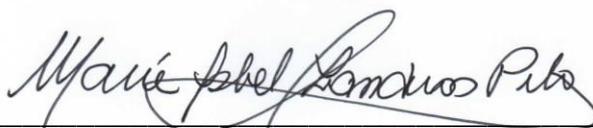
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

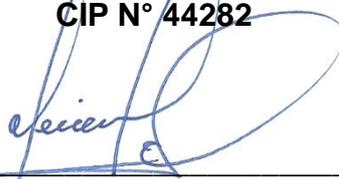


“FORMULACIÓN ADECUADA EN LA ELABORACIÓN DE PAN A BASE DE HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y HARINA DE TRIGO CON FINES DE ACEPTABILIDAD”

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO PÓR:



Dra. MARIA ISABEL LANDERAS PILCO
PRESIDENTA
CIP N° 44282



Ms. ROBERT NECIOSUP GUIBERT
SECRETARIO
CIP N° 44864



Dra. ELENA MATILDE URRACA VERGARA
VOCAL
CIP N° 59953



Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ
ASESOR
CIP N° 38159

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a Dios, por haberme guiado y permitirme superarme cada día.

A mi Madre, por su amor, apoyo, sacrificio y paciencia en todos estos años, pues sin ella no lo hubiera logrado. Gracias a ella he logrado ser profesional y convertirme en quien soy.

A mi abuela, Hermanas, Primos y Tías por haberme apoyado, brindarme su tiempo y darme aliento en toda mi carrera universitaria para convertirme en una profesional.

Br. SOTO MONTERO ADRIANA CAROLINA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser la luz en mi camino y darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mi asesor el Dr. Alfredo Lázaro Ludeña Gutiérrez, la Ing. Ana María Montero Salazar, al Tutor de IIND Ing. Marco Espinoza, personas de gran sabiduría quienes me asesoraron para poder obtener mi título.

A mi Madre, a mi Abuela, Hermanas, Tías y Primos (José Miguel y Mariana Quepuy Salazar), por ser siempre mis principales motivadores y formadores de lo que soy como persona. Su ayuda fue fundamental para la culminación de mi tesis.

A mi abuelo Jorge Guillermo Montero Carmen, que Dios lo tiene en su gloria y ahora es mi ángel y sé que se encuentra muy orgulloso de su nieta y desde donde está me bendice.

Br. SOTO MONTERO ADRIANA CAROLINA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la formulación adecuada en la elaboración de pan a base de Harina de Algarroba (*Prosopis pallida*) y Harina de

Trigo con fines de aceptabilidad, para lo cual se diseñó el Flujograma y procesamiento de la elaboración de pan con harina de Algarroba y Trigo, se determinó las características físico-químicas de las harinas y se evaluó las características sensoriales para obtener la mejor mezcla de harina para un producto de calidad. Se realizó 4 formulaciones de Harina de Algarroba (H.A) y Trigo (H.T): La primera formulación fue 90% de H.T y 10% de H.A, la segunda formulación fue 97% de H.T y 3% H.A, la tercera formulación fue 98% de H.T y 2% de H.A y la cuarta formulación fue 99% de H.T y 1% de H.A. Se concluyó que se pudo hacer el diseño del Flujograma para elaborar el pan a base de Harina de Algarroba y Harina de Trigo, donde se obtuvo el siguiente proceso: recepción (Harina de Algarroba y Trigo), pesado (Harina de Algarroba y Trigo, levadura, manteca, sal, agua, aceite vegetal), mezclado (levadura, manteca, sal, agua), boleado (aceite vegetal), fermentación y horneado. Las características físico-químicas de la Harina de Algarroba y Trigo fueron: Harina de Algarroba: humedad 4%, cenizas 5.20%, proteínas 14.10%, grasa total 4.50%, fibra bruta 3.80%, carbohidratos 72.20% y energía 385.70 Kcal/100g y Harina de Trigo: humedad 5.10%, cenizas 2.70%, proteínas 8.10%, grasa total 1.10%, fibra bruta 4.10%, carbohidratos 83% y energía 374.30 Kcal/100g. Cabe resaltar que en las características físicos-químicas del pan se reportó 28% de humedad y 0.15% de acidez, que exige la Norma Técnica Peruana 206.004.1988 para la elaboración del pan. En cuanto a las características sensoriales, el mayor grado de sabor lo obtuvo F3 (3.75) y F4 (3.85) y el menor F1 (1.75), por otra parte el mayor grado de olor fue obtenido por F2 (3.20), F3 (3.80) y F4 (3.95) y el menor F1 (1.95), así mismo el mayor grado de textura lo obtuvo F3 (3.55) y F4 (3.75) y el menor por F1 (1.85) y F2 (2.60); de igual manera en cuanto al grado de color el mayor fue obtenido por F2 (3.35), F3 (3.65) y F4 (3.60) el menor por F1 (2.00); finalmente en cuanto a la apariencia el mayor grado lo obtuvieron F2 (3.35), F3 (3.80) y F4 (4.05), el menor grado lo obtuvo F1 (1.50). El mayor grado de aceptabilidad fue obtenido por F3 (18.55) y F4 (19.20); el menor grado fue encontrado en F1 (9.05), en efecto las mejores mezclas para la elaboración de pan son: F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo).

Palabras claves: Formulación, Harina de Algarroba, Harina de Trigo, Aceptabilidad.

ABSTRACT

The objective of the present work was to determine the adequate formulation in the elaboration of bread based on Carob Flour (*Prosopis pallida*) and Wheat Flour

for acceptability purposes, for which the Flowchart and processing of the elaboration of bread with flour was designed of Algarroba and Wheat, the physical-chemical characteristics of the flours were determined and the sensory characteristics were evaluated to obtain the best mixture of flour for a quality product. Four formulations of Carob Flour (H.A) and Wheat (H.T) were made: The first formulation was 90% H.T and 10% H.A, the second formulation was 97% H.T and 3% H.A, the third formulation was 98% of H.T and 2% of H.A and the fourth formulation was 99% of H.T and 1% of H.A. It was concluded that the Flowchart design could be made to make bread based on Carob Flour and Wheat Flour, where the following process was obtained: reception (Carob and Wheat Flour), weighing (Carob and Wheat Flour, yeast , lard, salt, water, vegetable oil), mixed (yeast, lard, salt, water), rounded (vegetable oil), fermentation and baking. The physical-chemical characteristics of the Carob and Wheat Flour were: Carob Flour: moisture 4%, ashes 5.20%, proteins 14.10%, total fat 4.50%, crude fiber 3.80%, carbohydrates 72.20% and energy 385.70 Kcal/100g and Wheat flour: moisture 5.10%, ash 2.70%, protein 8.10%, total fat 1.10%, crude fiber 4.10%, carbohydrates 83% and energy 374.30 Kcal/100g. It should be noted that in the physical-chemical characteristics of the bread, 28% humidity and 0.15% acidity were reported, which is required by the Peruvian Technical Standard 206.004.1988 for bread making. Regarding sensory characteristics, the highest degree of flavor was obtained by F3 (3.75) and F4 (3.85) and the lowest by F1 (1.75), on the other hand, the highest degree of odor was obtained by F2 (3.20), F3 (3.80) and F4 (3.95) and the lowest F1 (1.95), likewise the highest degree of texture was obtained by F3 (3.55) and F4 (3.75) and the lowest by F1 (1.85) and F2 (2.60); Similarly, in terms of color degree, the highest was obtained by F2 (3.35), F3 (3.65) and F4 (3.60), the lowest by F1 (2.00); Finally, in terms of appearance, the highest grade was obtained by F2 (3.35), F3 (3.80) and F4 (4.05), the lowest grade was obtained by F1 (1.50). The highest degree of acceptability was obtained by F3 (18.55) and F4 (19.20); the lowest degree was found in F1 (9.05), in fact the best mixtures for bread making are: F3 (2% Carob Flour and 98% Wheat Flour) and F4 (1% Carob Flour and 99 % Wheat Flour).

Keywords: Formulation, Carob Flour, Wheat Flour, Acceptability.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De acuerdo al establecido en el Reglamento de Grados y Títulos del Programa de Estudio de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego, presento ante ustedes el informe de tesis titulado: “FORMULACIÓN ADECUADA EN LA ELABORACIÓN DE PAN A BASE DE HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) Y HARINA DE TRIGO CON FINES DE ACEPTABILIDAD” para ser evaluado bajo las normas y lineamientos pertinentes con el objetivo de optar el Título de Ingeniero Industrial.

El presente trabajo de tesis es el resultado de la utilización de los conocimientos adquiridos en mi formación profesional, deseando que sea una fuente de investigación para futuros proyectos y pueden ser utilizados en beneficios de la sociedad.

Piura 09 de junio del 2022

Br. SOTO MONTERO ADRIANA CAROLINA

INDICE O TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vi

ABSTRACT	viii
PRESENTACIÓN	x
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Problema de Investigación.....	17
1.2. Objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo general.....	18
1.2.2. Objetivo específicos.....	18
1.3. Justificación del estudio.....	18
II. MARCO DE REFERENCIA	19
2.1. Antecedentes del estudio.....	19
2.1.1. Internacionales.....	19
2.1.2. Nacionales.....	20
2.1.3. Regionales.....	21
2.2. Marco teórico.....	22
2.2.1. Aspectos generales del Algarrobo (<i>Prosopis Pallida</i>).....	22
2.2.2. Clasificación Taxonómica y Botánica.....	22
2.2.3. Hábitat de <i>Prosopis pallida</i>	25
2.2.4. Producción, Composición y Uso.....	25
2.2.5. Valor Nutritivo.....	27
2.2.6. Generalidades del Trigo.....	28
2.2.7. Clasificación Taxonómica y Botánica.....	29
2.2.8. Componentes Químicos del trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	31
2.2.9. Harina de Trigo.....	32
2.2.10. Clases de Harinas.....	33
2.3. Marco conceptual.....	34
2.4. Sistema de hipótesis.....	35
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	37
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	37
3.2. Población y muestra de estudio.....	37
3.3. Diseño de investigación.....	38
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.....	38
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	39

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	40
4.1. Análisis e interpretación de resultados	40
4.1.1. Flujograma y procesamiento de la elaboración de pan con harina de algarroba y trigo	40
4.1.2. Caracterización de los parámetros de calidad de Harina de Algarroba y Trigo, a través de los análisis físico-químico	42
4.1.3. Características organolépticas del pan	43
4.1.4. Identificar la mejor formulación para la elaboración del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Trigo a través del análisis sensorial. (Resumen de resultados).....	44
4.2. Docimasia de hipótesis	66
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del Algarrobo.....	22
Tabla 2: Componentes de la algarroba seca.....	26
Tabla 3: Componentes Químicos de la Harina de Algarroba	26

Tabla 4: Análisis de harina de Algarroba (g/100gr)	28
Tabla 5: Clasificación taxonómica del trigo	29
Tabla 6: Componentes Químicos de Harina de trigo	33
Tabla 7: Operacionalización de Variables	36
Tabla 8: Diseño de investigación	38
Tabla 9: Técnicas e instrumentos de investigación	38
Tabla 10: Diagrama de Operaciones.....	40
Tabla 11: Características físico-químico	42
Tabla 12: Características físico-químico del pan	42
Tabla 13: Características organolépticas del pan F4	43
Tabla 14: Resultado del análisis físico-químico del pan.....	43
Tabla 15: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del sabor en la elaboración de pan según la formula.	48
Tabla 16: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del sabor en la elaboración de pan según la formula.	48
Tabla 17: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.	49
Tabla 18: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del Olor en la elaboración de pan según la formula.....	51
Tabla 19: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del olor en la elaboración de pan según la formula.	51
Tabla 20: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.	52
Tabla 21: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de la Textura en la elaboración de pan según la formula.	54
Tabla 22: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación de la Textura en la elaboración de pan según la formula.	54
Tabla 23: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.	55
Tabla 24: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del Color en la elaboración de pan según la formula.....	57
Tabla 25: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del color en la elaboración de pan según la formula.	57
Tabla 26: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.	58
Tabla 27: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de la apariencia en la elaboración de pan según la formula.	60
Tabla 28: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del color en la elaboración de pan según la formula.	60
Tabla 29: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.	61
Tabla 30: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de Aceptabilidad en la elaboración de pan.	63

Tabla 31: Análisis de Varianza (ANOVA) para la evaluación de Aceptabilidad en la elaboración de pan.	63
Tabla 32: Análisis de comparación de medias Duncan al 5%.	64
Tabla 33: Estadístico T de Student para el contraste de hipótesis.....	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Promedio de evaluación sensorial F1.....	44
Cuadro 2: Promedio de evaluación sensorial F2.....	45
Cuadro 3: Promedio de evaluación sensorial F3.....	46
Cuadro 4: Promedio de evaluación sensorial F4.....	47

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE FIGURAS	xv
Figura 1: Hoja de algarrobo.....	23
Figura 2: Inflorescencia de algarrobo.....	24
Figura 3: Fruto de algarrobo	24
Figura 4: Árbol de algarrobo	25
Figura 5: Trigo	28
Figura 6: Flujograma de la elaboración del pan a base de harina de algarroba y harina de trigo	40
Figura 7: Requisitos mínimos, valores máximos	43
Figura 8: Puntaje de Sabor en la preparación de pan según la fórmula empleada.....	50
Figura 9: Puntaje de Olor en la preparación de pan según la fórmula empleada.....	53
Figura 10: Puntaje de Textura en la preparación de pan según la fórmula empleada.....	56
Figura 11: Puntaje de color en la preparación de pan según la fórmula empleada.....	59
Figura 12: Puntaje de apariencia en la preparación de pan según la fórmula empleada.....	62
Figura 13: Puntaje de Aceptabilidad de la calidad del pan según la fórmula de elaboración.	64

Figura 14: Pesado de 90 gr de Harina de Trigo	77
Figura 15: Pesado de 10 gr de Harina de Algarroba.....	77
Figura 16: Pesado de 5 gr de Levadura.....	77
Figura 17: Pesado de 3 gr de Manteca	78
Figura 18: Mezclado (Amasado).....	78
Figura 19: Boleado (Sobado).....	78
Figura 20: Fermentado.....	79
Figura 21: Horneado.....	79
Figura 22: Pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo	79
Figura 23: Análisis físicos y químicos del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo	84

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

El consumo promedio per cápita anual de pan en la ciudad de Piura es de 25,4% (INEI, 2009).

La producción de algarroba en nuestra ciudad aumentó en el 2018 en un 20% a causa de las precipitaciones pluviales presentadas en el 2017 debido al fenómeno del niño costero, teniendo una capacidad aproximada de 644,345 kilogramos para el aprovechamiento de ésta (Republica, 2018).

Por otra parte desde el 2017, la producción no pasaba de 50 000 toneladas por cada 10 hectáreas, pero actualmente en el 2018 ésta aumentó en 200 000 toneladas a causas de la presencia de lluvias (Cultivalú, 2016).

La harina se saca de las vainas del algarrobo, el cual es usado en la panificación por su olor dulce a algarrobina y sus propiedades nutricionales, de las cuales se resaltan: 1,8% de proteínas, vitaminas y aproximadamente 46% de azúcares, razón por la cual necesita menos edulcorante comparándola con otras harinas (Guzmán, 2017). Según lo expuesto, cabría preguntarse lo siguiente ¿Cómo aprovechar la sobreproducción de algarrobo, en un alimento útil ya que usado como harina significaría un alto valor nutricional que serviría para producir productos de panadería (pan) para el consumo humano?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la formulación adecuada en la elaboración de pan a base de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo con fines de aceptabilidad.

1.2.2. Objetivo específicos

- a) Diseñar el Flujograma y procesamiento de la elaboración de pan con harina de algarroba y trigo.
- b) Determinar las características físico-químicas de harina de algarroba y trigo.
- c) Evaluar las características sensoriales para obtener la mejor mezcla de harina de algarroba y trigo para un producto de calidad.

1.3. Justificación del estudio

La disponibilidad de algarroba en nuestra región Piura, nos permite aprovecharla industrialmente en la elaboración de muchos subproductos, especialmente de panes, esto favorecería a una población celiaca que no consume gluten por problemas digestivos, por otro lado, el incremento de fibra y azúcares que proporciona la algarroba sería de mucho provecho nutricional por todo tipo de consumidores de la población de Piura.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionales

Según (Zuleta, 2012) en este trabajo de investigación, realizado en Argentina, se estudió, como materia prima, harina de plátano (*Musa acuminata var nanica*), harina de algarrobo (*Prosopis alba*) en mezcla con harina de Trigo (*Triticum aestivum*), en donde los panes obtenidos de una mezcla de harina de banana verde y trigo (50:50) y pan de harina de algarroba y trigo (25:75), reportaron que los panes presentaron alto contenido de fibras, lo que permitió considerarlo como un alimento rico en fibras y además presentó un 22% menos de carbohidratos que el pan de molde.

Según (Sanchez, 2016) se planteó como objetivo la factibilidad para la creación de una empresa procesadora y comercializadora de harina de algarroba en la localidad de Loja, como alternativa para que los pobladores consuman un sustituto de harinas de cereales como la harina de algarroba el cual cumple los estándares de calidad. El presente proyecto de investigación permitió satisfacer las necesidades de los pobladores ya que dicho producto tiene un proceso libre de químicos y cumplen con las normas de calidad.

2.1.2. Nacionales

Según (AVELLANEDA & CUBAS, 2018), la presente investigación realizada tuvo como objetivo la formulación del Panetón Andino, se trabajó con trigo (*Triticum aestivum*) y algarroba (*Prosopis alba*), utilizando 3 formulaciones de harina (90% Trigo y 10% Algarroba; 85% Trigo y 15% Algarroba y 80% Trigo y 20% Algarroba), se hicieron pruebas sensoriales y análisis físico químico, en donde se reportó que la preferencia del público de mayor agrado fue con la primera formulación, por su textura, color y sabor.

Según (Guzmán, 2017) “El trabajo de investigación titulado Optimización de Cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo realizaron una innovación al trabajar con una harina muy poco utilizada como harina sucedánea en productos de panificación en el Perú. Esta harina, que por sus características sensoriales y nutritivas es muy especial, aporta mucho al producto en la cual es utilizada. Trabajaron con tres formulaciones de Cupcakes 5%,10%, y 15% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo, determinaron las cualidades sensoriales, fisicoquímicas, químico-proximal, la vida útil de las diferentes formulaciones de Cupcakes y un pequeño análisis de las harinas. Al final determinaron cuál es la formulación óptima de Cupcakes utilizando las pruebas estadísticas principalmente las de Tukey para analizar parámetros como pérdida de peso, Textura, que fueron medidos durante 5 días para poder observar el comportamiento de las diferentes formulaciones con respecto a estos factores. Además, se analizó Acidez, PH y porcentaje de proteínas de los Cupcakes. En este trabajo llegaron a la conclusión que las 3 formulaciones cumplen con los requisitos de calidad tanto a nivel sensorial, fisicoquímico y a nivel químico proximal para ser producidos como un producto apto para consumo y comercialización. También evaluaron la intención de compra y los resultados indicaron que es un producto con muchas posibilidades de comercialización”.

2.1.3. Regionales

Según (Gonzalo, 2009), “propone que La harina fina de algarroba tostada, puede ser utilizada satisfactoriamente en galletería (como sustituto del polvo de cacao) con formulaciones industriales, sin presentar complicaciones en el proceso. Se desarrollaron todos los procedimientos normalmente, y no hubo necesidad de ajustar parámetro alguno en ninguno de los niveles de sustitución ensayados. La harina fina de algarroba tostada no puede ser utilizada en sustitución total del polvo de cacao en procesos galleteros, ya que el sabor del producto final se ve seriamente afectado y el sabor residual de la algarroba tostada en las galletas resulta desagradable al gusto”.

Según (Tejero, 2003) el “algarrobo” (*Prosopis Pallida*), es una especie nativa del Perú. En Piura, se desarrolla en forma silvestre, cuyo fruto es consumido tradicionalmente como “algarrobina”, un alimento con un gran valor vitamínico y proteínico, razón por la cual se efectuó el presente estudio para demostrar que una buena mezcla de harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) y trigo (*Triticum aestivum*) en la preparación de galletas, kekes y pasteles pueden tener aceptación para su comercialización.

Las formulaciones que se trabajó fueron:

En galletas usaron 5%, 6%, 7%,8% y 12% de harina de algarroba.

En kekes, trabajaron con 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% y 12% de harina de algarroba.

En pasteles, usaron 6%, 8%,10% y 12% de harina de algarroba.

La mejor formulación, para galleta nutricional G2 (harina de trigo 46.89% y algarroba 8% obtuvo una aceptabilidad del 80%.

El pastel nutricional P1 (harina de trigo 35.42% y algarroba 6%) obtuvo una aceptabilidad del 80%.

El keke nutricional K1 (harina de trigo 25.52% y algarroba 6%) obtuvo una aceptabilidad de 73.3%. Estas formulaciones cumplieron con los requisitos de calidad.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Aspectos generales del Algarrobo (*Prosopis Pallida*)

El algarrobo (*Prosopis pallida*) es una especie nativa del norte del Perú, se encuentra principalmente Piura, Tumbes y Lambayeque, formando el bosque seco tropical. En la zona Sur del Perú se desarrolla escasamente a excepción de Ica, donde existen algunas zonas de bosques de algarrobo. Forma parte de las Fabaceae, y puede vivir en zonas desérticas, constituyendo una planta importante en el control de dunas con muchos beneficios para el hombre como alimento, madera, medicina popular y actividades económicas en la población rural (FAO, 1998).

2.2.2. Clasificación Taxonómica y Botánica

2.2.2.1. Clasificación Taxonómica

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del Algarrobo

Reino	Plantae
División	Fanerógama (Magnoliophyta)
Clase	Dicotiledónea (Magnoliopsida)
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Prosopis
Especie	<i>Prosopis pallida</i> (HUMB. & BONPL. EX WILLD.) KUNTH

Fuente: (Grisebach, 2021)

El botánico Dr. Ramón Ferreyra en 1987 realizó una investigación taxonómica de los algarrobos en la zona costera del Norte del Perú, llegando a la conclusión que existen tres especies: *P. pallida*, *P. juliflora* y *P. affinis*, donde reportó que la más predominante es el *Prosopis pallida*.

2.2.2.2. Botánica del algarrobo

Árbol de gran talla, longevo, arbustivo en terrenos pocos fértiles y suelos secos, la copa presenta forma de una sombrilla, siempre verde, abundante follaje y ramas con espinas divaricadas.

Características Morfológicas:

- **Raíz:**

Tiene una raíz pivotante que puede alcanzar los 50 metros de profundidad, para alcanzar zonas más profundas y darle mayor anclaje a la planta (FAO, 1998).

- **Tallo:**

Presenta un tronco retorcido que puede alcanzar los 8 a 20 metros de alto y hasta 80 centímetro de diámetro, frecuentemente con espinas.

- **Hojas:**

Las hojas nacen del nudo, son compuestas, Bipinnadas, presentan una glándula cupuliforme en el ápice del peciolo, sus foliolulos son elípticos, ligeramente mucronados.



Figura 1: Hoja de algarrobo

Fuente: (Claus, 2021)

- **Inflorescencia:**

Presenta flores pequeñas, de color amarillo pálido, hermafrodita, reunidas en racimos de 300 flores en promedio.



Figura 2: Inflorescencia de algarrobo

Fuente: (Grisebach, 2021)

- **Fruto:**

Se clasifica como una vaina que puede ser derecha o curvada, de 10 a 30 centímetro de largo con 20 a 30 semillas y tegumento duro. El color de la vaina es un amarillo bajo.



Figura 3: Fruto de algarrobo

Fuente: (Grisebach, 2021)

2.2.3. Hábitat de *Prosopis pallida*

El hábitat natural del algarrobo son áreas áridas y semiáridas, en el Perú. Se desarrolla en zonas secas y suelos pobres donde se limitan el crecimiento de otras plantas (Dostert, Roque, Cano, La Torre, & Weigend, 2012)



Figura 4: Árbol de algarrobo

Fuente: (Briceño, 1997)

2.2.4. Producción, Composición y Uso

2.2.4.1. Producción

Se cosecha 2 veces al año, la principal se da en verano, en enero a marzo y la cosecha chica en junio y julio (Loconi & Silva, 2014) .

En el norte del Perú la cosecha de algarroba, en los primeros años, es de 2 a 4 kilos por plantas.

En plantas adultas el rendimiento puede alcanzar 100 kilos por planta, mientras que el rendimiento promedio es de 40 kilos por planta (Dostert, Roque, Cano, La Torre, & Weigend, 2012).

2.2.4.2. Composición

Componentes de la algarroba seca:

Tabla 2: Componentes de la algarroba seca

Pulpa de algarroba	90 – 91 %
Semillas de algarroba	8 – 9,5 %
Desechos	0.5 – 2 %

Fuente: (Guzmán, 2017)

Componentes Químicos de la Harina de Algarroba:

Tabla 3: Componentes Químicos de la Harina de Algarroba

Humedad	3,70 – 25 %
Proteínas	2,02 – 16 %
Celulosa	0,22 – 4,02 %
Ceniza	1,40 – 3,87 %
Glucosa	3,00 – 20,54 %
Sacarosa	7,02 – 43,62 %
Mucílago	20 – 58 %
Tanino	1,30 – 1,50 %

Fuente: (Guzmán, 2017)

2.2.4.3. Uso

En la presente tesis trabajé con harina de algarroba y trigo, como materia prima. Para obtener la harina de algarroba realicé el siguiente procedimiento: recolección de las vainas de algarroba, lavado, secado, almacenamiento, molienda, tamizado y mediante un tratamiento especial se obtuvo una harina bajo de grasas y sodio, de uso para la panificación, ya que es emulsionable y mezclable.

La composición de la pulpa de algarroba, detallada arriba, reporta un contenido de proteínas de 2 a 16%.

2.2.5. Valor Nutritivo

Según (Díaz, 2001) reporta:

a) Carbohidratos:

La algarroba pulverizada contiene entre 40 y 50% de fructosa, glucosa y sacarosa, razón por la cual es innecesario la aplicación de azúcar refinada.

b) Proteínas:

El aporte de proteínas es importante cuando se mezcla con la harina de trigo.

c) Fibras:

Esta harina de algarroba es muy abundante en fibras y juntos con los carbohidratos permite una paulatina variación de los azúcares.

d) Minerales:

Resaltan: calcio, fósforo, magnesio, zinc, silicio, potasio y sodio en menor cantidad.

e) Vitaminas:

Rico en Vitamina A (retinol), Vitamina B1 (Tiamina), Vitamina B2 (Riboflavina), Vitamina B3 (Niacina) y Vitamina D (Calciferol).

No posee gluten, un factor importante para las personas celiacas.

f) Grasas:

Reporta pequeñas cantidades, en menor porcentaje que la harina integral de trigo. (Loconi & Silva, 2014)

Tabla 4: Análisis de harina de Algarroba (g/100gr)

Componentes	%	Unidades
Proteínas	6,89	g
Humedad	12,35	g
Lípidos	1,98	g
Carbohidratos solubles	74,31	g
Poder calórico	342,59	Kcal/g
Minerales	174,13	Mg
Fibra cruda	10,78	g
Cenizas	11,16	mg

Fuente: (stephany & García, 2015)

2.2.6. Generalidades del Trigo

El trigo (*Triticum aestivum*), perteneciente al grupo botánico de las gramíneas, es uno de los cereales más cultivados mundialmente y consumidos por el hombre, desde el oriente medio se difundió en todas las direcciones, siendo un alimento básico para la población peruana (Forero, 2000).

El trigo se industrializa para el consumo humano como harina, en la industria de la cerveza y varios productos comestibles, cuyos componentes principales son la fibra, el almidón, las celulosas, el gluten y vitamina E (Báguena, 2016) .



Figura 5: Trigo

Fuente: (Hans, 2011)

2.2.7. Clasificación Taxonómica y Botánica

2.2.7.1. Clasificación Taxonómica

Tabla 5: Clasificación taxonómica del trigo

Sistemática del trigo	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Triticum
Especie	<i>Triticum aestivum</i> L.

Fuente: (Linneo, 2020)

2.2.7.2. Botánica del Trigo

Descripción morfológica de una planta de Trigo:

- **Raíz**

Esta especie presenta una raíz fasciculada, es decir, con varias raíces laterales que pueden desarrollarse unos 25 cm a 1 metro debajo de la superficie del suelo (Gonzales & Robles, 2016).

- **Tallo**

El trigo presenta un tallo se clasifica como una caña hueca, de consistencia herbáceo, formada con nudos y entrenudos. El nudo es una porción maciza y pequeña donde se encuentra las yemas que dan origen a las hojas. La altura total del tallo oscila entre 0.30 metros a 1.70 metros según las variedades (Moreno, Ramirez, Plana, & Iglesias, 2001).

- **Hojas**

El trigo presenta hojas clasificadas como lineares, lanceoladas, es decir alargadas y terminadas en punta, están dispuestas sobre el tallo alternamente, constan de la vaina, la lámina, lígula y un par de aurículas bien definidas, dispuestas en la base de la lámina (Moreno, Ramirez, Plana, & Iglesias, 2001).

- **Inflorescencia**

La inflorescencia de trigo es una espiga cuyo eje principal o raquis es una estructura sinuosa cuya unidad es la espiguilla, en número de 20 a 30, que son sésiles y cada una de ellas se compone de 2 a 5 flores, las cuales abortan en su mayoría y están protegidas por la Lemma y la palea (Moreno, Ramirez, Plana, & Iglesias, 2001).

- **Frutos**

Se clasifican como cariósides de forma ovalada con una sutura en la parte ventral, además lleva el embrión en un extremo y en el otro una pubescencia que recibe el nombre de brocha o mechón. El endospermo, es una fuente de alimento para el germen de la semilla, que corresponde al 82% del fruto, que está cubierta por el pericarpio.

Los granos tipo almidonosos, son los utilizados en la elaboración de harina para la industria panadera (Villareal Ruiz, 2000).

El salvado de trigo está constituido anatómicamente por la cubierta externa llamado pericarpio y la cubierta externa de la semilla llamada testa. El gluten que la proteína vegetal presente en el trigo, mejora la proliferación de levaduras de buena calidad, indispensable para la panificación (González & Robles, 2016).

2.2.8. Componentes Químicos del trigo (*Triticum aestivum*)

El trigo es fuente de carbohidratos, proteínas, ácidos grasos, minerales como el magnesio, agua, también contiene vitaminas B, E, enzimas, entre otros componentes como lignina, pigmentos (Vega, 2009).

Componentes de la harina de trigo:

- Almidón:
Reporta valores de 67 a 70% de almidón en el grano de trigo. El almidón estructuralmente es una macromolécula compuesta por amilosa y amilopectina. La amilopectina constituye el 80% del total del almidón (Becerra & Tuñoque, 2018).
- Proteínas:
Las proteínas funcionalmente se dividen en dos grupos: las proteínas que pertenecen al gluten son importantes en la elaboración y conservación del pan, representa un 80 a 85%, del total de la proteína del trigo, dando una consistencia viscosa o pegajosa a la masa y las que no pertenecen al gluten están entre un 15 a 20% (Becerra & Tuñoque, 2018).

Al mezclarse la (Glutenina y Gliadina), proteínas del trigo, con el agua se forma el gluten. Al cocerse el pan, el gluten, que le confiere propiedades de elasticidad y esponjosidad hace que se expanda por el dióxido de carbono producido por las levaduras, formando un pan esponjoso y elástico. El gluten es una proteína considerada de baja calidad porque carecen de aminoácidos esenciales, sin embargo, los panes que contienen gluten presentan mayor cantidad de proteínas y menor porcentaje de almidones (Vega, 2009).

- **Azúcares:**
Los azúcares en el trigo se presentan como sacarosa (glucosa más fructosa) y maltosa (glucosa más glucosa). Esta sacarosa y maltosa no son fermentables directamente, necesitan la presencia de enzimas, presentes en la harina, que los transformen en los monosacáridos, glucosa y fructosa (Becerra & Tuñoque, 2018).
- **Vitaminas:**
Las vitaminas más importantes en el trigo son: B1, B2, B3, y E (Tocoferol), que se encuentra embrión del trigo y evita el enmohecimiento del pan y por lo tanto mayor conservación de éste (Becerra & Tuñoque, 2018).
- **Minerales:**
La materia inorgánica de la harina de trigo se concentra principalmente en los tegumentos externos del grano, pericarpio y aleurona como fosfato potásico (potasio), también en cantidades pequeñas fosfato de calcio y magnesio (Payano & Payano, 2010).

2.2.9. Harina de Trigo

2.2.9.1. Definición

Se llama harina a la molturación del fruto de trigo común, *Triticum aestivum* L., del que se separa parte del salvado y procede principalmente del endospermo, hasta obtener una harina finamente triturada, industrialmente limpia (Alimentarius, 1985).

2.2.9.2. Composición Química

Los componentes químicos de la harina es la misma que la del grano, con la diferencia porcentual por la separación de algunas partes de éste en la trituration (Calaveras, Tratado de Panificación y Bollería, 1996).

Tabla 6: Componentes Químicos de Harina de trigo

Componente	%
Proteínas	12 – 13.5 %
Lípidos	2.2 %
Almidón	67 %
Cenizas (materia mineral)	1.5 %
Vitaminas (B y E)	0.12 %
Humedad	13 – 15 %
Fibra (Salvado)	11 %
Azúcares	2 – 3 %

Fuente: (Calaveras, Composición Química de la Harina de trigo, 1986)

2.2.10. Clases de Harinas

- **Harinas Duras:** Posee características superiores para la panificación con un porcentaje mayor de proteínas. Produce una harina gruesa compuestas por partículas de forma regular. Son obtenidas de los trigos rojos duros de inviernos y rojo duro de primavera (Antonini, 2012).

- **Harinas Suaves:** posee el gluten (responsable de las diferencias en las propiedades de panificación) débil, con baja concentración de proteínas, por lo que no es apto para elaboración de pan. Se obtiene de los trigos blandos rojo de invierno. La harina es más fina y presenta partículas irregulares de celdas del endospermo. Se utiliza para bizcocho, queque y galleta (Antonini, 2012).

2.3. Marco conceptual

- **Harina**

Se obtiene de moler o triturar un grano de cereal, en este caso Trigo, que es rico en almidón (Adrián, 2021).

- **Enfermedad Celiaca**

Es una enfermedad digestiva que daña el intestino y altera la absorción de las vitaminas, minerales y demás nutrientes que contienen los alimentos, no toleran al gluten, que se encuentra en los cereales (Betés, 2020).

- **Bipinnadas**

Hojas compuestas en las que cada una de las hojuelas se vuelve a dividir a su vez en hojuelas más pequeñas (CIUDAD CIENCIA, 2020).

- **Leguminosas**

Son las semillas comestibles que crecen en vainas en plantas anuales, arbustos o enredaderas de la familia Fabaceae (Cancino, 2017).

- **Pivotante**

Se aplica a la raíz central que se introduce de forma perpendicular en la tierra (Larousse Editorial S.L., 2016).

- **Molturación**

Es el proceso de molienda del trigo, que mecánicamente, por el uso de dientes se hace una presión sobre el grano, cambiando su estructura, y obteniendo una harina en polvo, este proceso se realiza en los molinos tradicionales (Creative Commons Atribución-CompartirIgual, 2006).

2.4. Sistema de hipótesis

H₀: La formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo no es de un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

H_A: La formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo tiene un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

Tabla 7: Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional (Dimensiones)	Indicadores	Nivel de medición	Unidad de medida	Valor
<p>Variable Independiente: Formulación adecuada en la elaboración de Pan de harina de algarroba y harina de trigo</p>	<p>*HARINA DE ALGARROBA: se obtiene de la molienda del fruto del algarrobo <i>Prosopis pallida</i>, industrializados por sus propiedades nutricionales en la cocina y en la industria panificable.</p> <p>*HARINA DE TRIGO: se obtiene de la molturación del grano (<i>Triticum aestivum</i>) finamente triturado, industrialmente limpio, que corresponde al endospermo, principalmente.</p>	Deshidratado y molienda	Contenido de Humedad, granulometría	Porcentaje de humedad, tamaño de la partícula	A nivel de laboratorio	% um	Razón
<p>Variable Dependiente: La aceptación del consumidor de pan elaborado de harina de algarroba y trigo</p>	<p>*ACEPTACIÓN: Es la medida que expresa la aprobación de un producto en un mercado. Su objetivo es conocer los gustos y preferencias de los clientes.</p>	Grado de aceptabilidad del consumidor	Análisis organoléptico	Escala Likert	Formatos	Unidades	Ordinal

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque permite recoger información mediante un análisis estadístico, con un diseño experimental, un nivel descriptivo y tipo aplicativo porque disponemos de datos recopilados que luego fueron analizados.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Los consumidores de la ciudad de Piura que evaluaron el grado de aceptación del pan.

3.2.2. Muestra

$$n = \frac{\sum \frac{N_i^2 p_i (1 - p_i)}{w_i}}{N^2 D + \sum N_i p_i (1 - p_i)}$$

Donde:

N_i = Número de elementos en el estrato $i=1, i=2, i=...$

p_i = Proporción muestral en el estrato

d = Margen de error

$D = \frac{d^2}{4}$ para la media

Resolviendo la fórmula de la muestra se obtiene

$$n = \frac{(484475)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{((484475 - 1)(0.05)^2) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$n = 384 \text{ personas}$

3.3. Diseño de investigación

La investigación es experimental, aplicando 4 formulaciones diferentes:

Tabla 8: Diseño de investigación

	F1	F2	F3	F4
Harina de Trigo	90%	97%	98%	99%
Harina de Algarrobo	10%	3%	2%	1%
Total	100%	100%	100%	100%

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 9: Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Encuesta directa	Ficha de observación	Harina de algarroba y harina de trigo
Evaluación sensorial (Escala de Likert)	Formulario para evaluar la aceptación del consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • Sabor • Olor • Textura • Color • Apariencia
Análisis de las características físico-químico de la Harina de Algarroba y Trigo	Equipo de laboratorio, para realizar análisis físico-químico de las Harinas	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Cenizas • Grasa Total • Proteínas • Fibra Bruta • Carbohidratos • Energía
Análisis fisicoquímico del pan	Equipo de laboratorio, para realizar análisis fisicoquímico del pan	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Acidez

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizó las herramientas de Excel, Visio, el paquete estadístico SPS.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Flujograma y procesamiento de la elaboración de pan con harina de algarroba y trigo

Figura 6: Flujograma de la elaboración del pan a base de harina de algarroba y harina de trigo

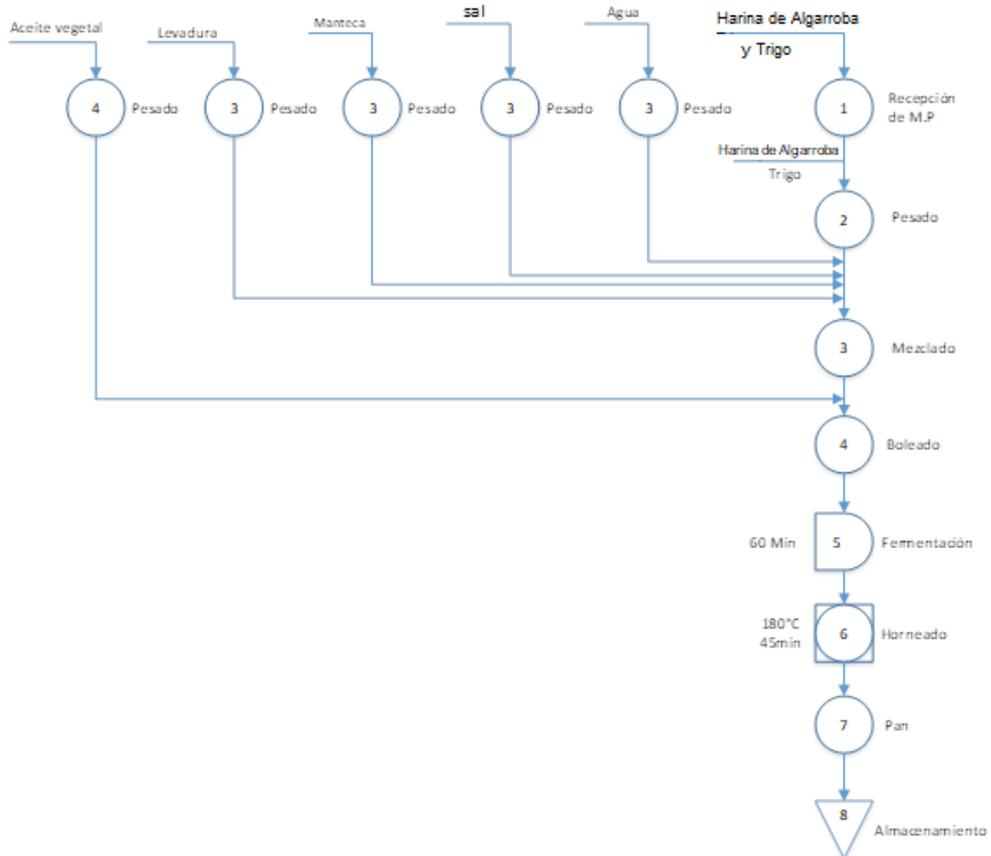


Tabla 10: Diagrama de Operaciones

Símbolo	Descripción	Cantidad
○	Proceso	11
□	Inspección	1
D	Espera	1
▽	Almacenamiento	1

Operaciones de la elaboración de pan producido a partir de Harina de Algarroba y Trigo

- **Recepción:**

Se recibió la materia prima (Harina de algarroba y trigo), en las debidas condiciones de higiene y calidad sensorial y organoléptica.

- **Pesado:**

Se calculó el peso de las distintas cantidades de los ingredientes (Harina de algarroba y trigo) para elaborar la masa del pan. El pesado es un procesamiento sencillo que debe realizarse con exactitud para obtener productos de buena calidad.

- **Mezclado:**

En un recipiente se agregó 100 ml de agua, sal. Después se le adicionó levadura junto con la harina de algarroba y trigo, dando inicio a la mezcla, durante 15 minutos. Se obtuvo una mezcla homogénea: harina de algarroba y trigo, agua, sal, levadura, manteca, que se trabajó con el fin de airearla, hacerla elástica y flexible.

- **Boleado:**

Consistió en enrollar la masa dividida para darle una forma esférica. Se obtuvo una masa blanda.

- **Fermentación:**

Es la etapa de acondicionamiento de la masa en la cual desarrolló su sabor y olor agradable, se produjo y retuvo gran cantidad de gas y se obtuvo de ella un producto altamente digerible, este proceso se hizo en 1 hora.

- **Horneado:**

Después del fermentado se colocó la masa en una fuente de acero inoxidable, el cual se llevó al horno a una temperatura de 180°C por 45 minutos. Fue la última etapa del proceso, porque en ella se completaron las reacciones químicas que se inició en la fermentación. Estas reacciones fueron bajo control de las siguientes condiciones: cantidad de calor, humedad y tiempo de horneado. Mediante el horneado la masa se transformó en un producto comestible de buen sabor.

4.1.2. Caracterización de los parámetros de calidad de Harina de Algarroba y Trigo, a través de los análisis físico-químico

- **Características físico-químico:**

Se utilizó 5 gramos de cada Harina y se colocó en el termo balanza durante 15 minutos.

- ✓ M1: Harina de Algarroba
- ✓ M2: Harina de Trigo

Tabla 11: Características físico-químico

	M1	M2
Humedad (%)	4.00%	5.10%
Ceniza (%)	5.20%	2.70%
Proteína (%)	14.10%	8.10%
Grasa Total (%)	4.50%	1.10%
Fibra Bruta (%)	3.80%	4.10%
Carbohidratos (%)	72.20%	83.00%
Energía (Kcal/100g)	385.70	374.30

- **Características físico-químico del pan a base de Harina de Algarroba y Trigo de la F4**

Tabla 12: Características físico-químico del pan

Humedad	Acidez
28%	0.15%

4.1.3. Características organolépticas del pan

Tabla 13: Características organolépticas del pan F4

Componentes	Resultado
Textura	Suave
Color	Marrón
Sabor	Poco dulce
Olor	Neutro

4.1.3.1. Cumplir con las normas del consumo humano teniendo en cuenta la norma técnica peruana

- Norma Técnica Peruana 206.004.1988

Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua.

Figura 7: Requisitos mínimos, valores máximos

Fuente: (Ministerio de Salud, 2011)

- Comparación de requisitos mínimos y valores máximos obtenidos del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Trigo con la norma técnica peruana

Tabla 14: Resultado del análisis físico-químico del pan

N°	Ensayos	Resultados
1	Humedad (%)	28%
2	Acidez (%)	0.15%

4.1.4. Identificar la mejor formulación para la elaboración del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Trigo a través del análisis sensorial. (Resumen de resultados)

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial fueron ingresados al programa SPSS

- **Formulación 1:** La primera formulación se realizó con 10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo.

Cuadro 1: Promedio de evaluación sensorial F1

	Sabor	Olor	Textura	Color	Apariencia
1	2	2	2	2	2
2	3	2	3	2	2
3	1	2	2	3	2
4	2	2	1	2	1
5	2	1	3	1	1
6	1	2	3	1	2
7	1	1	2	3	2
8	2	3	2	2	2
9	2	1	2	2	1
10	2	2	2	2	1
11	2	2	2	1	2
12	1	3	1	1	2
13	2	2	2	2	1
14	1	1	1	2	2
15	2	2	1	2	1
16	2	2	2	3	2
17	2	2	1	2	1
18	2	2	1	3	1
19	1	2	2	2	1
20	2	3	2	2	1

- **Formulación 2:** La segunda formulación se realizó con 3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo.

Cuadro 2: Promedio de evaluación sensorial F2

	Sabor	Olor	Textura	Color	Apariencia
1	3	2	3	2	3
2	3	3	3	4	3
3	3	3	2	3	3
4	3	3	1	3	4
5	3	4	3	4	4
6	2	3	3	3	4
7	2	3	2	3	3
8	3	3	2	3	3
9	2	3	2	3	2
10	3	3	3	4	4
11	3	3	3	3	3
12	3	4	3	4	4
13	3	3	2	4	3
14	4	3	3	4	4
15	4	4	3	4	4
16	3	4	2	3	3
17	4	4	3	3	3
18	3	3	3	3	3
19	3	3	3	4	4
20	3	3	3	3	3

- **Formulación 3:** La tercera formulación se realizó con 2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo.

Cuadro 3: Promedio de evaluación sensorial F3

	Sabor	Olor	Textura	Color	Apariencia
1	3	4	3	4	4
2	4	3	3	4	4
3	3	3	4	3	4
4	4	4	4	3	4
5	4	4	4	4	4
6	4	3	3	3	4
7	4	4	3	3	3
8	3	5	3	4	4
9	5	4	3	4	4
10	4	3	4	4	4
11	4	5	4	3	3
12	3	4	3	4	4
13	3	3	4	4	4
14	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4
16	4	4	4	3	3
17	4	4	3	4	4
18	3	3	3	4	4
19	5	5	4	4	4
20	3	3	4	3	3

- **Formulación 4:** La cuarta formulación se realizó con 1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo.

Cuadro 4: Promedio de evaluación sensorial F4

	Sabor	Olor	Textura	Color	Apariencia
1	3	4	3	4	4
2	4	3	3	4	4
3	4	4	4	3	5
4	3	4	4	3	4
5	4	3	4	4	4
6	3	3	3	3	4
7	4	4	3	3	3
8	4	5	3	4	5
9	5	4	5	3	4
10	4	3	4	3	4
11	5	5	4	4	3
12	3	4	3	5	5
13	4	3	4	4	4
14	3	4	4	3	4
15	4	5	3	4	4
16	5	4	4	3	4
17	4	4	5	4	5
18	4	5	4	4	4
19	4	5	4	4	4
20	3	3	4	3	3

Tabla 15: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del sabor en la elaboración de pan según la fórmula.

Pruebas de normalidad

	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Sabor	F1	,720	20	,000
	F2	,736	20	,000
	F3	,780	20	,000
	F4	,798	20	,001

Interpretación:

De la tabla 15, podemos observar que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable sabor en cada formula toma un valor menor a 0.85, cuya Sig. es inferior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable no sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de sabor en las cuatro formulaciones.

Tabla 16: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del sabor en la elaboración de pan según la fórmula.

Rangos

	Fórmula	N	Rango promedio
Sabor	F1	20	12,30
	F2	20	37,18
	F3	20	55,23
	F4	20	57,30
	Total	80	

Estadísticos de contraste

	Sabor
Chi-cuadrado	52,660
Gl	3
Sig. Asintót.	,000

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. Variable de agrupación: Fórmula

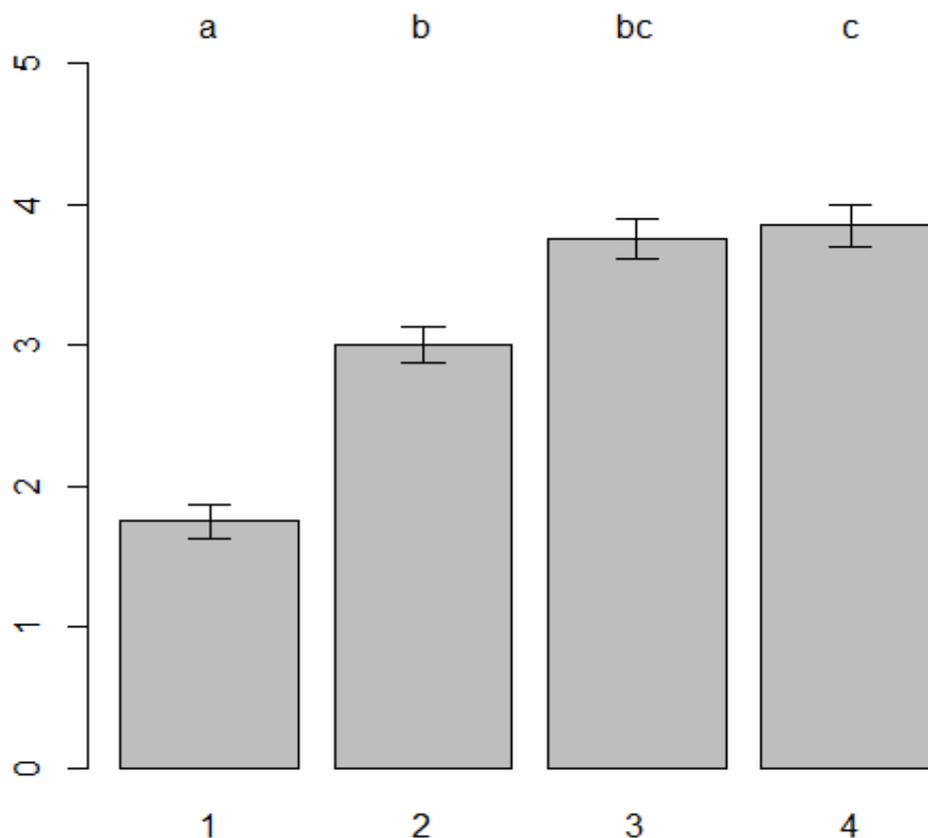
Interpretación:

De lo anterior se observa que el estadístico Chi cuadrado obtenido de la prueba Kruskal Wallis toma un valor de 52.66 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de sabor obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 17: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.

Sabor		
Kruskal Wallis		
Fórmula	N	Puntuación Promedio
F1	20	1,75 a
F2	20	3,00 b
F3	20	3,75 bc
F4	20	3,85 c

Figura 8: Puntaje de Sabor en la preparación de pan según la fórmula empleada.



Nota: Análisis Kruskal Wallis al 5%

Interpretación:

En la tabla 17 y figura 8, se aprecia que el grado de sabor obtenido en las fórmulas F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con promedio de 3.75 y 3.85 respectivamente, es mayor que el obtenido en las fórmulas F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) y F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), con promedio de 1.75 y 3.00 respectivamente.

Tabla 18: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del Olor en la elaboración de pan según la fórmula.

Pruebas de normalidad				
	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Olor	F1	,768	20	,000
	F2	,695	20	,000
	F3	,800	20	,001
	F4	,816	20	,002

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Interpretación:

De la tabla 18, se observa que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable olor en cada fórmula toma un valor menor a 0.85, cuya Sig. Es inferior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable no sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de olor en las cuatro formulaciones de elaboración de pan.

Tabla 19: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del olor en la elaboración de pan según la fórmula.

Rangos			
	Fórmula	N	Rango promedio
Olor	F1	20	13,00
	F2	20	39,15
	F3	20	53,45
	F4	20	56,40
	Total	80	

Estadísticos de contraste	
	Olor
Chi-cuadrado	47,762
Gl	3
Sig. Asintót.	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Fórmula

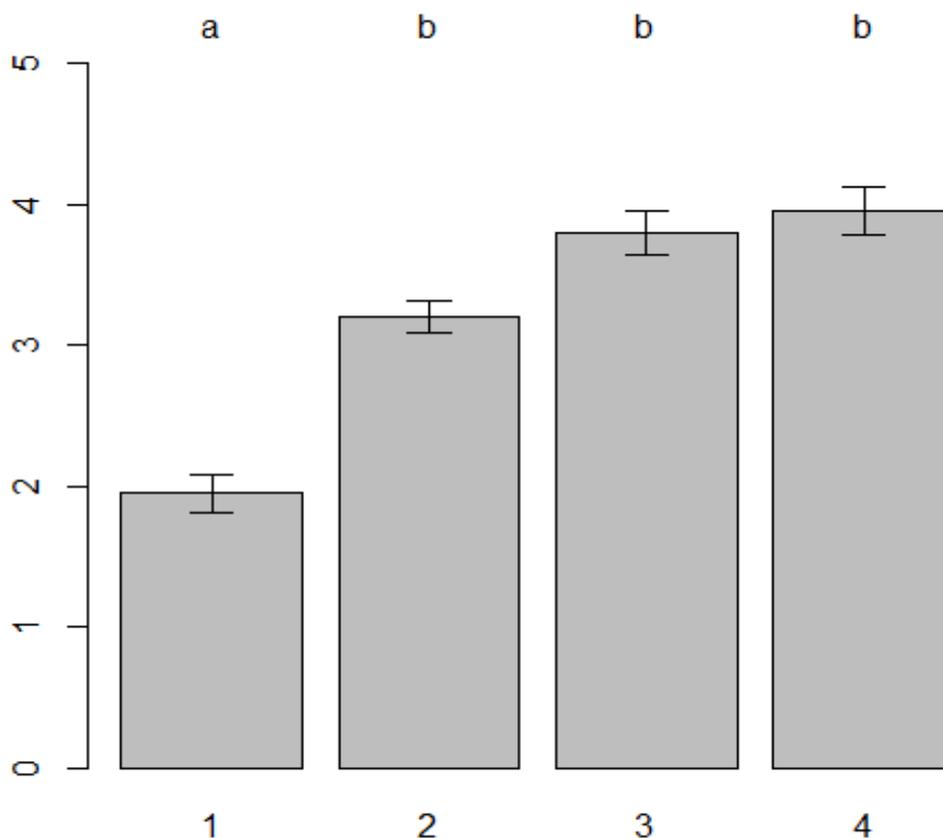
Interpretación:

De lo anterior se observa que el estadístico Chi cuadrado obtenido de la prueba Kruskal Wallis toma un valor de 47.762 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de olor obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 20: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.

Olor		
Kruskal Wallis		
Fórmula	N	Puntuación Promedio
F1	20	1,95 a
F2	20	3,20 b
F3	20	3,80 b
F4	20	3,95 b

Figura 9: Puntaje de Olor en la preparación de pan según la fórmula empleada.



Nota: Análisis Kruskal Wallis al 5%

Interpretación:

En la tabla 20 y figura 9, se aprecia que el grado de olor obtenido en las fórmulas F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con promedios de 3.20, 3.80 y 3.95 respectivamente, es mayor que el obtenido en las fórmulas F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) con promedio de 1.95.

Tabla 21: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de la Textura en la elaboración de pan según la fórmula.

Pruebas de normalidad				
	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Textura	F1	,798	20	,001
	F2	,671	20	,000
	F3	,637	20	,000
	F4	,780	20	,000

Interpretación:

De la tabla 21, logramos apreciar que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable textura en cada fórmula toma un valor menor a 0.85, cuya Sig. Es inferior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable no sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de textura en las cuatro formulaciones de elaboración de pan.

Tabla 22: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación de la Textura en la elaboración de pan según la fórmula.

Rangos			
	Fórmula	N	Rango promedio
Textura	F1	20	16,08
	F2	20	31,33
	F3	20	55,35
	F4	20	59,25
	Total	80	

Estadísticos de contraste	
	Textura
Chi-cuadrado	51,269
Gl	3
Sig. Asintót.	,000

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. Variable de agrupación: Formula

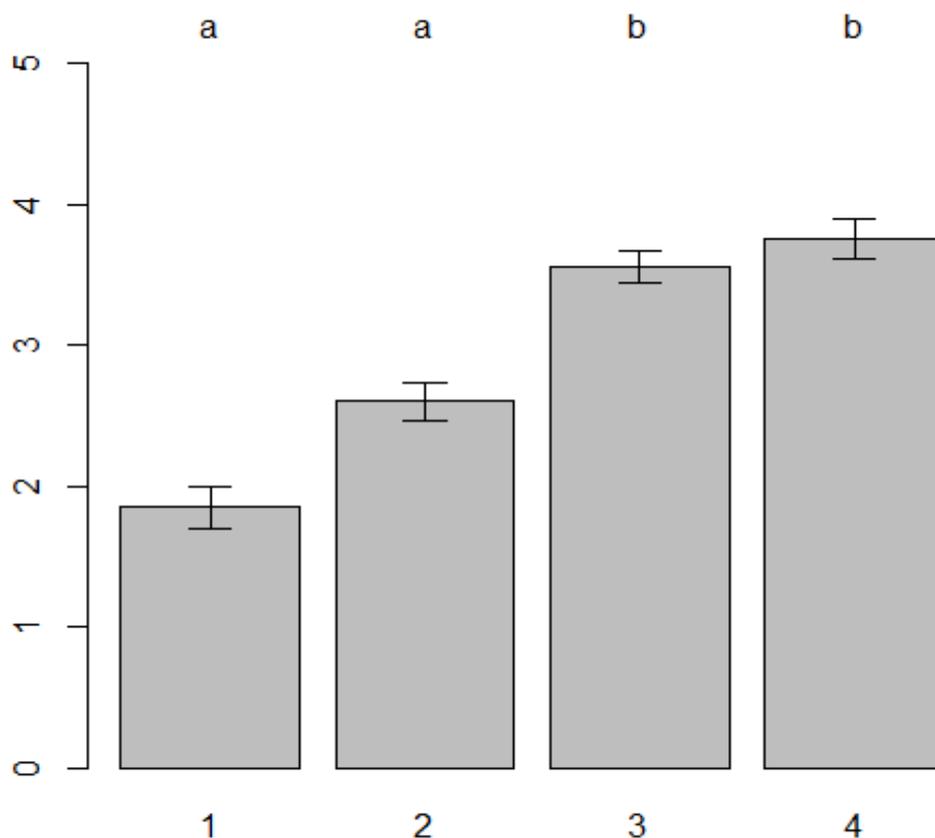
Interpretación:

De la tabla anterior se observa que el estadístico Chi cuadrado obtenido de la prueba Kruskal Wallis toma un valor de 51.269 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de textura obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 23: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.

Textura		
Kruskal Wallis		
Fórmula	N	Puntuación Promedio
F1	20	1,85 a
F2	20	2,60 a
F3	20	3,55 b
F4	20	3,75 b

Figura 10: Puntaje de Textura en la preparación de pan según la fórmula empleada.



Nota: Análisis Kruskal Wallis al 5%

Interpretación:

En la tabla 23 y figura 10, se aprecia que el grado de textura obtenido en las fórmulas F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con promedio de 3.55 y 3.75 respectivamente, es mayor que el obtenido en las fórmulas F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) y F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), con promedio de 1.85 y 2.60 respectivamente.

Tabla 24: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación del Color en la elaboración de pan según la fórmula.

Pruebas de normalidad				
	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Color	F1	,793	20	,001
	F2	,744	20	,000
	F3	,608	20	,000
	F4	,744	20	,000

Interpretación:

De la tabla 24, se observa que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable color en cada fórmula toma un valor menor a 0.85, cuya Sig. es inferior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable no sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de color en las cuatro formulaciones de elaboración de pan.

Tabla 25: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación del color en la elaboración de pan según la fórmula.

Rangos			
	Fórmula	N	Rango promedio
Color	F1	20	13,70
	F2	20	44,30
	F3	20	53,15
	F4	20	50,85
	Total	80	

Estadísticos de contraste	
	Color
Chi-cuadrado	42,111
Gl	3
Sig. Asintót.	,000

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. Variable de agrupación: Fórmula

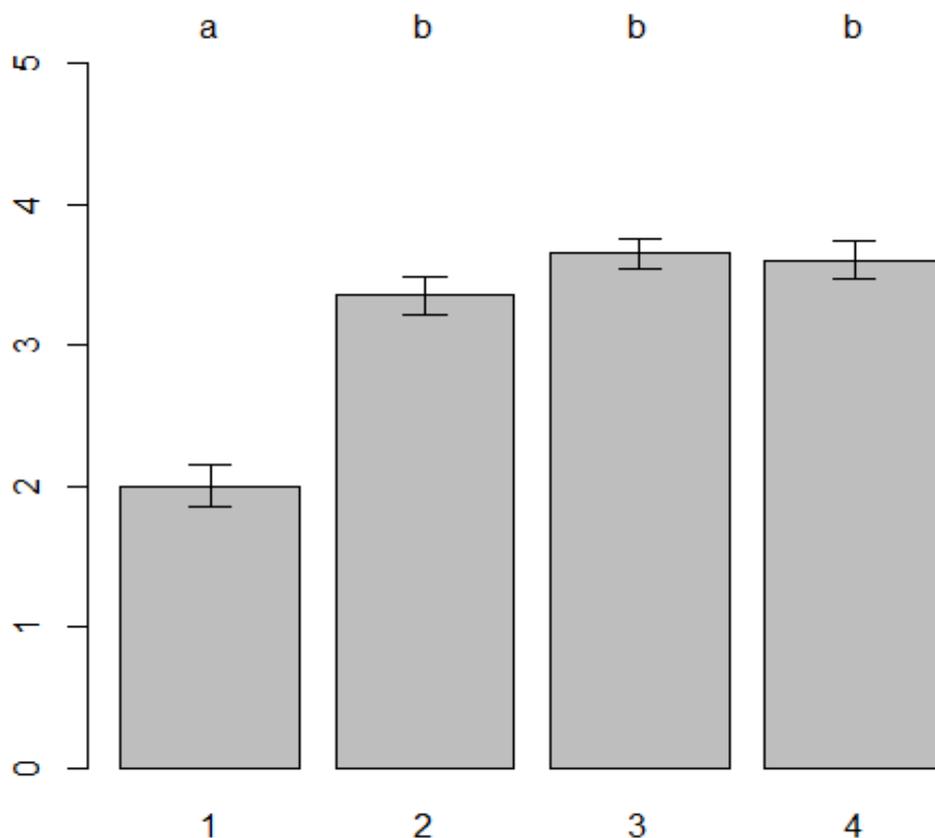
Interpretación:

De la tabla anterior se observa que el estadístico Chi cuadrado obtenido de la prueba Kruskal Wallis toma un valor de 42.111 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de color obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 26: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.

Kruskal Wallis		
Fórmula	N	Puntuación Promedio
F1	20	2,00 a
F2	20	3,35 b
F3	20	3,65 b
F4	20	3,60 b

Figura 11: Puntaje de color en la preparación de pan según la fórmula empleada.



Nota: Análisis Kruskal Wallis al 5%

Interpretación:

En la tabla 26 y figura 11, se aprecia que el grado de color obtenido en las fórmulas F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con promedio de 3.35, 3.65 y 3.60 respectivamente, es mayor que el obtenido en las fórmula F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) cuyo promedio es de 2.00.

Tabla 27: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de la apariencia en la elaboración de pan según la fórmula.

Pruebas de normalidad				
	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Apariencia	F1	,641	20	,000
	F2	,744	20	,000
	F3	,495	20	,000
	F4	,768	20	,000

Interpretación:

De la tabla 27, se visualiza que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable apariencia en cada formula toma un valor menor a 0.85, cuya Sig. es inferior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable no sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de apariencia en las cuatro formulaciones de elaboración de pan.

Tabla 28: Estadístico Kruskal Wallis para la evaluación de la apariencia en la elaboración de pan según la fórmula.

Rangos			
	Fórmula	N	Rango promedio
Apariencia	F1	20	10,75
	F2	20	40,78
	F3	20	52,50
	F4	20	57,98
	Total	80	

Estadísticos de contraste	
	Apariencia
Chi-cuadrado	55,840
Gl	3
Sig. Asintót.	,000

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. Variable de agrupación: Fórmula

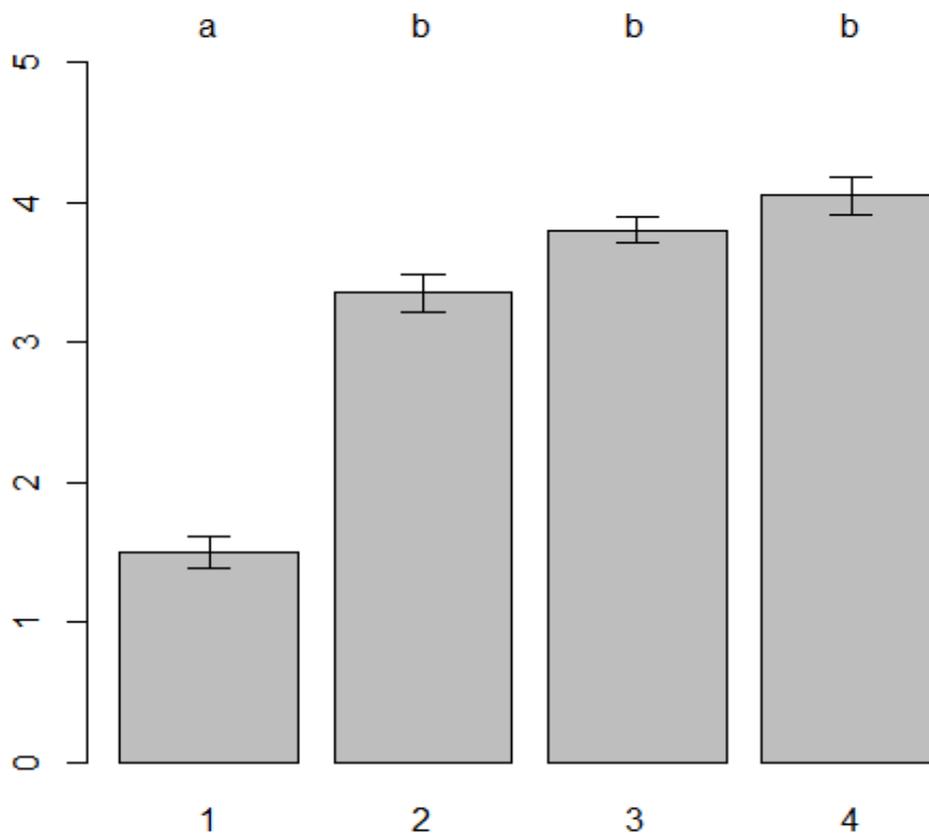
Interpretación:

De la tabla anterior se observa que el estadístico Chi cuadrado obtenido de la prueba Kruskal Wallis toma un valor de 55.840 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de apariencia obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 29: Análisis de comparación de Kruskal Wallis al 5%.

Apariencia		
Kruskal Wallis		
Fórmula	N	Puntuación Promedio
F1	20	1,50 a
F2	20	3,35 b
F3	20	3,80 b
F4	20	4,05 b

Figura 12: Puntaje de apariencia en la preparación de pan según la fórmula empleada.



Nota: Análisis Kruskal Wallis al 5%

Interpretación:

En la tabla 29 y figura 12, logramos apreciar que el grado de apariencia obtenido en las fórmulas F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con promedio de 3.35, 3.80 y 4.05 respectivamente, es mayor que el obtenido en las fórmula F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) cuyo promedio es de apenas 1.50.

Tabla 30: Estadísticos de Normalidad Shapiro Wilk para la evaluación de Aceptabilidad en la elaboración de pan.

Pruebas de normalidad				
	Fórmula	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.
Aceptabilidad	F1	,905	20	,052
	F2	,950	20	,374
	F3	,945	20	,294
	F4	,926	20	,131

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Interpretación:

De la tabla 30, observamos que el estadístico de normalidad Shapiro Wilk para la variable aceptabilidad en cada fórmula toma un valor mayor a 0.85, cuya Sig. es superior a 0.05, razón suficiente para afirmar que dicha variable sigue normalidad, por lo que se aplicara la prueba paramétrica anova, con la finalidad de determinar diferencias significativas en el grado de aceptabilidad en las cuatro formulaciones de elaboración de pan.

Tabla 31: Análisis de Varianza (ANOVA) para la evaluación de Aceptabilidad en la elaboración de pan.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Aceptabilidad

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fórmula	1291,450	3	430,483	163,502	,000
Error	200,100	76	2,633		
Total corregida	1491,550	79			

a. R cuadrado = ,866 (R cuadrado corregida = ,861)

Interpretación:

De la tabla del análisis de varianza anterior se observa que el estadístico F de Fisher obtenido de la prueba toma un valor de 163.502 cuya sig. < 0.05, con lo que se evidencia que existen diferencias significativas en el grado de apariencia obtenido en cada fórmula de elaboración del pan.

Tabla 32: Análisis de comparación de medias Duncan al 5%.

Aceptabilidad

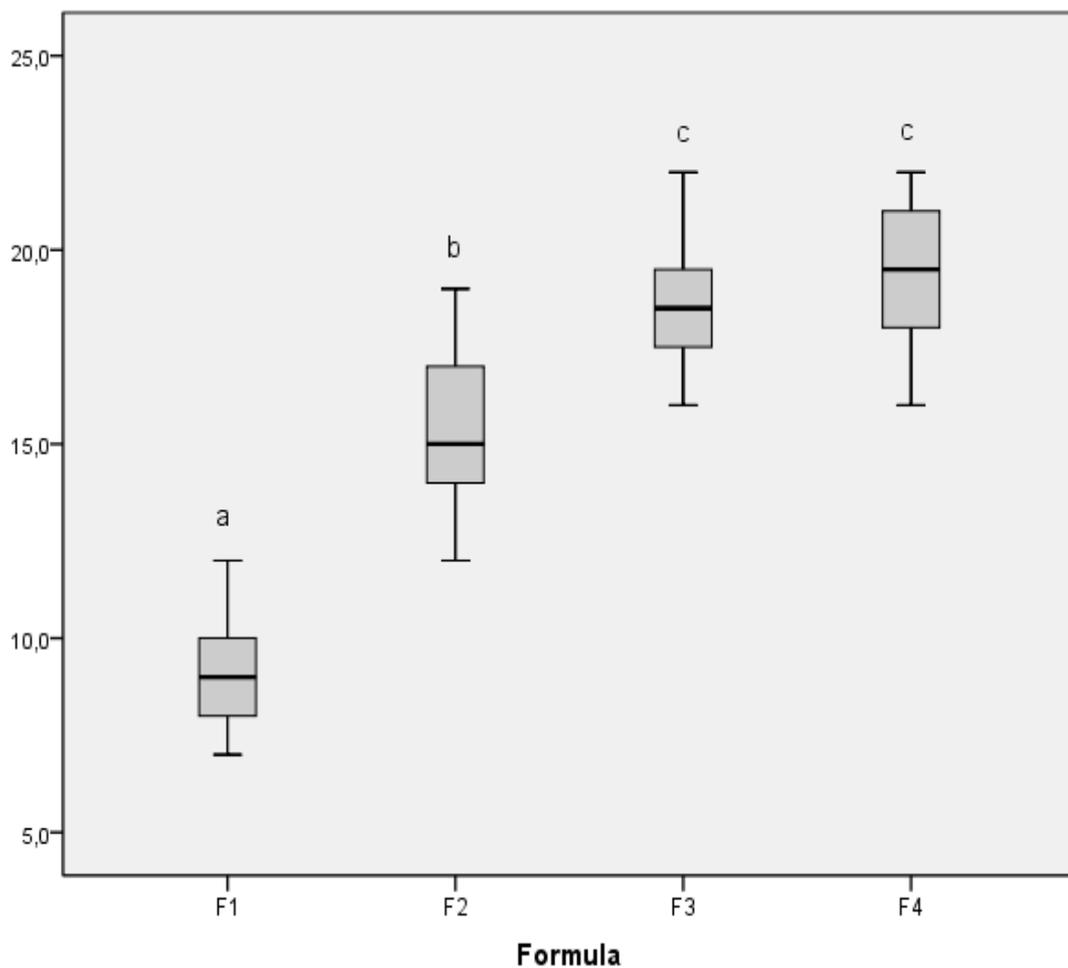
Duncan

Fórmula	N	Promedio
F1	20	9,05 a
F2	20	15,50 b
F3	20	18,55 c
F4	20	19,20 c

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20

b. Alfa = 0,05.

Figura 13: Puntaje de Aceptabilidad de la calidad del pan según la fórmula de elaboración.



Nota: Análisis Duncan al 5%

Interpretación:

En la tabla 32 y figura 13, logramos apreciar mediante el análisis de Duncan al 5% que el grado de aceptabilidad obtenido en las fórmulas F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo) con puntuación promedio de 18.55 y 19.20 respectivamente, es mayor que la obtenida en las formula F1 (10% de Harina de Algarroba y 90% de Harina de Trigo) y F2 (3% de Harina de Algarroba y 97% de Harina de Trigo), cuyo promedios son de 9.05 y 15.50 respectivamente.

4.2. Docimasia de hipótesis

Hipótesis Estadísticas

H_0 : La formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo no es de un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

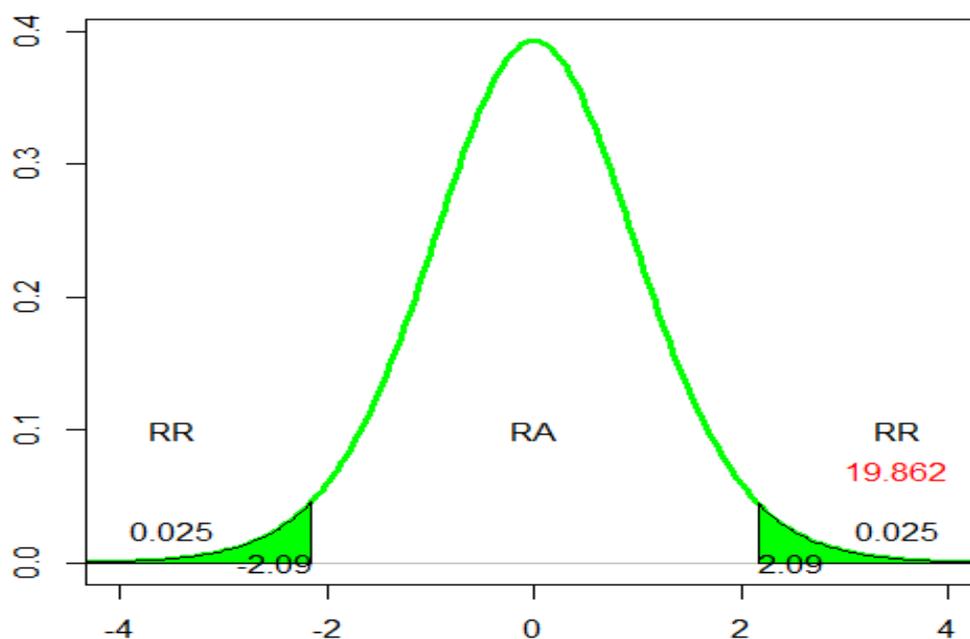
H_A : La formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo tiene un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

Tabla 33: Estadístico T de Student para el contraste de hipótesis.

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 11 (Bajo Grado de Aceptabilidad)				
	t	gl	Sig. (bilateral)	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
				Inferior	Superior
Aceptabilidad	19,862	20	,000	7,202	8,893

Región de Crítica al 5%.



Si el valor de prueba t se encuentra en el intervalo -2.09, 2.09, se acepta la H_0 , caso contrario debemos rechazarla en favor a H_A

Decisión

Dado que el valor de prueba t obtenida en la tabla 33 toma un valor de 19.862, el cual se encuentra fuera del intervalo de aceptación, conducimos a rechazar H_0 , y aceptar H_A , con lo cual afirmamos que el grado de aceptabilidad de la formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo tiene un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

Conclusión:

La formulación adecuada en el pan elaborado a partir de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y harina de trigo tiene un buen grado de aceptabilidad del consumidor.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Interpretación de resultados

a. Del Flujograma y procesamiento

A través de este Flujograma se obtuvo el mejor resultado, para elaborar un pan parcializado con harina de trigo y harina de algarroba, puesto que cada etapa fue fundamental para la obtención de un producto de calidad, siguiendo el proceso según los tiempos: fermentación 60 minutos y horneado 45 minutos, porcentajes y la cantidad de calor necesaria 180°C en el horneado.

b. De la caracterización de los parámetros de calidad del pan producido a partir Harina de Algarroba y Harina de Trigo, a través de los análisis físicos y químicos.

A través de los resultados del análisis fisicoquímico de la mejor formulación F4 (1% Harina de Algarroba y 99% Harina de Trigo), se determinó que el pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo obtuvo un porcentaje de humedad de 28% y 0.15% de acidez. Además, se reportó, que en el análisis organoléptico del pan obtenido fue: color marrón, olor neutro, textura suave y el sabor poco dulce.

El uso de harina de algarroba, en la elaboración del pan, con la Harina de Algarroba y Trigo, permite la eliminación del uso de azúcar en todo el proceso productivo, lo cual es un parámetro importante en la calidad.

- **Del cumplimiento de las normas del consumo humano teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana.**

Se realizó la comparación de los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos con los valores máximos permitidos en la Norma Técnica Peruana 206.004.1988 (Pan común o de labranza). Dentro de la NTP el porcentaje máximo de Humedad permitido es de 35% y el porcentaje obtenido en el pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo fue 28%, es decir que la humedad de nuestro pan está dentro de los parámetros. Así mismo el porcentaje de acidez máximo permitido por la norma técnica peruana es de 0.25% y nuestro pan obtuvo un porcentaje de 0.15%, concluyendo que el porcentaje de acidez está dentro de los porcentajes permitidos de la NTP.

c. De identificar que tratamiento es mejor para la elaboración del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo a través del análisis sensorial.

Se valida a través de los análisis sensoriales que el tratamiento mejor aceptado fue F4, cuya formulación fue 99% de harina de trigo y 1% de harina de algarroba.

De los factores respecto a los atributos del análisis sensorial:

- Sabor: La formulación F4 (99% harina de trigo y 1% harina de algarroba) y F3 (98% harina de trigo y 2% harina de algarroba) obtuvieron mayor aceptación, siendo el sabor del pan elaborado “poco dulce”, debido a la eliminación del uso de azúcar en todo el proceso, mejorando la calidad y aprovechando los azúcares naturales de la harina de algarroba.
- Textura: La formulación F4 (99% harina de trigo y 1% harina de algarroba) y F3 (98% harina de trigo y 2% harina de algarroba) obtuvieron mayor aceptación en este atributo, siendo la textura del pan “suave” debido a que la harina de algarroba disminuye la consistencia del pan, por ello el porcentaje que se combina es reducido.
- Color: La formulación, F3 (98% harina de trigo y 2% harina de algarroba), F4 (99% harina de trigo y 1% harina de algarroba) y F2 (97% harina de trigo y 3% harina de algarroba) obtuvieron mayor aceptación, con un pan de color “marrón” que se hacía más intenso con el mayor contenido de algarroba en la formulación.
- Olor: La formulación, F4 (99% harina de trigo y 1% harina de algarroba), F3 (98% harina de trigo y 2% harina de algarroba), y F2 (97% harina de trigo y 3% harina de algarroba) obtuvieron mayor aceptación, siendo el olor del pan obtenido “neutro” evaluación que se manifiesta con aromas pocos perceptibles.
- Apariencia: La formulación, F4 (99% harina de trigo y 1% harina de algarroba), F3 (98% harina de trigo y 2% harina de algarroba), y F2 (97% harina de trigo y 3% harina de algarroba) obtuvieron un mayor de aceptación con una mejora apariencia de pan obtenido.

CONCLUSIONES

1. El mayor grado de aceptabilidad fue obtenido por F3 (18.55) y F4 (19.20); el menor grado fue encontrado en F1 (9.05), en efecto las mejores mezclas para la elaboración de pan son: F3 (2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo) y F4 (1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo).
2. Se diseñó el Flujograma para elaborar el pan a base de Harina de Algarroba y Harina de Trigo, donde se obtuvo el siguiente proceso: recepción (Harina de Algarroba y Trigo), pesado (Harina de Algarroba y Trigo, levadura, manteca, sal, agua, aceite vegetal), mezclado (levadura, manteca, sal, agua), boleado (aceite vegetal), fermentación y horneado.
3. Las características físico-químicas de la Harina de Algarroba y Trigo fueron:
 - a. Harina de Algarroba: humedad 4%, cenizas 5.20%, proteínas 14.10%, grasa total 4.50%, fibra bruta 3.80%, carbohidratos 72.20% y energía 385.70 Kcal/100g.
 - b. Harina de Trigo: humedad 5.10%, cenizas 2.70%, proteínas 8.10%, grasa total 1.10%, fibra bruta 4.10%, carbohidratos 83% y energía 374.30 Kcal/100g.

Cabe resaltar que en las características físicos-químicas del pan se reportó 28% de humedad y 0.15% de acidez, que exige la Norma Técnica Peruana 206.004.1988 para la elaboración del pan.

4. En cuanto a las características sensoriales, el mayor grado de sabor lo obtuvo F3 (3.75) y F4 (3.85) y el menor F1 (1.75), por otra parte el mayor grado de olor fue obtenido por F2 (3.20), F3 (3.80) y F4 (3.95) y el menor F1 (1.95), así mismo el mayor grado de textura lo obtuvo F3 (3.55) y F4 (3.75) y el menor por F1 (1.85) y F2 (2.60); de igual manera en cuanto al grado de color el mayor fue obtenido por F2 (3.35), F3 (3.65) y F4 (3.60) el menor por F1 (2.00); finalmente en cuanto a la apariencia el mayor grado lo obtuvieron F2 (3.35), F3 (3.80) y F4 (4.05), el menor grado lo obtuvo F1 (1.50).

RECOMENDACIONES

- Elaborar pan de harina de algarroba y harina de trigo siguiendo adecuada y sistemáticamente en las actividades y/o procesos descritos en la presente investigación.
- Instalar sistemas de control en cuanto al porcentaje de humedad y acidez del producto, pues estas características son esenciales e indispensables en la calidad final obtenida y por ende la aceptabilidad del cliente.
- Producir pan con mezcla de 1% de Harina de Algarroba y 99% de Harina de Trigo (F4) o 2% de Harina de Algarroba y 98% de Harina de Trigo (F3), ya que se demostró que estas optimizan el grado de aceptabilidad del cliente frente al producto y presentan mejor puntuación en cuanto a características sensoriales del producto.
- Realizar en el corto plazo estudio de mercado enfocados en la satisfacción y preferencias del producto ofrecido, con la finalidad de llevar a cabo futuros cambios en la producción y oferta del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrián, R. (2021). *Harina*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/harina/>
- Alimentarius, C. (1985). *Norma para la sémola y harina de trigo duro*. Obtenido de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2B2B178-1991%252FCXS_178s.pdf
- Antonini, D. (2012). *Administración rural del trigo en Argentina*. Universidad Nacional del Sur. Obtenido de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2061/1/Antonini-Tesis.pdf>
- AVELLANEDA, E. E., & CUBAS, D. M. (2018). *FORMULACIÓN DE PANETÓN CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis alba*) (Tesis de pregrado)*. Tesis de pregrado, La Libertad, Lambayeque. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3105/BC-TES-TMP-1595.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Báguena, A. (2016). Obtenido de <https://blog.nutritienda.com/trigo/>
- Becerra, E. R., & Tuñoque, Y. E. (2018). *Influencia de la variedad de Trigo (*Triticum aestivum*) sobre la calidad panadera de la harina producida en la empresa Alimenta Perú S.A.C.* Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2120/BC-TES-TMP-990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Betés, T. (2020). *Enfermedades celiaca*. Obtenido de <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/enfermedad-celiaca>
- Briceño, I. E. (1997). *Aspectos naturales, culturales e históricos del algarrobo. Una historia sobre los quilates y los algarrobos. Publicado en plural. Revista del programa de Estudios Generales de la Universidad de Lima*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/victornomberto/2012/05/01/los-algarrobos-en-el-peru/>
- Calaveras. (1986). *Composición Química de la Harina de trigo*. Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/harina.pdf>
- Calaveras. (1996). *Tratado de Panificación y Bollería*. Madrid: mundiPrensa. Obtenido de <https://anel-e9b38.firebaseio.com/Tratado-de-panificaci%C3%B3n-y-boller%C3%ADa-ynlhn.pdf>
- CIUDAD CIENCIA. (2020). *Real Jardín Botánico - CSIC*. Obtenido de https://www.ciudadciencia.es/doc/files/fichas%20complementarias/glosario_ok.pdf

- Claus, B. M. (2021). *Reserva Natural Educativa Montecito de Lovera*. Obtenido de <https://cerrito.gob.ar/reservalovera/?p=790>
- Creative Commons Atribución-CompartirIgual. (2006). *Enciclopedia Libre Universal en Español*. Obtenido de <http://enciclopedia.us.es/index.php/Molturaci%C3%B3n>
- Cultivalú. (Marzo de 2016). *El mercado de la algarroba piurana vuelve a crecer*. Obtenido de <http://www.radiocultivalu.org/el-mercado-de-la-algarroba-piurana-vuelve-a-crecer/>
- Diaz. (2001).
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (2012). Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Algarrobo_2012.pdf
- FAO. (1998). *Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/Per-p-pa.htm
- Forero. (2000). *Industrias de cereales. Departamento académico de Agroindustrias Universidad nacional del Santa*. Perú.
- González, D. C., & Robles, F. G. (2016). “*Calidad bromatológica de líneas avanzadas de Trigo (Triticum aestivum L.) evaluadas en tres localidades del Valle de Toluca*”. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65885/TESIS%20FINAL%20DIEGO%20Y%20FERNANDO-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Gonzales, D. C., & Robles, F. G. (2016). “*CALIDAD BROMATOLÓGICA DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO (Triticumaestivum L.) EVALUADAS EN TRES LOCALIDADES DEL VALLE DE TOLUCA*”. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65885/TESIS%20FINAL%20DIEGO%20Y%20FERNANDO-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Gonzalo, P. B. (2009). *La harina fina tostada de algarroba como sustituto del polvo de cacao: tecnología y mercado (Tesis para pregrado)*. Tesis de Pregrado, Piura, Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1488/ING_469.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Grisebach, A. H. (2021). *Taxonomía*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Prosopis_pallida
- Guzmán, M. M. (2017). *Optimización de cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo (Prosopis Pallida)*. Chimbote. Obtenido de

- <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2982/46306.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hans. (2011). *Trigo*. Obtenido de <https://pixabay.com/es/photos/trigo-campo-de-trigo-trigo-pico-8244/>
- INEI. (2009). Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf
- Larousse Editorial S.L. (2016). *The Free Dictionary*. Obtenido de <https://es.thefreedictionary.com/pivotante>
- Linneo, C. (2020). *Taxonomía*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_aestivum
- Loconi, M., & Silva, E. (2014). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/149/BC-TES-3881.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Salud. (Marzo de 2011). *Norma Sanitaria para la Fabricacion, Elaboracion y Expendio de Productos de Panificacion, Galleteria y Pasteleria*. Obtenido de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Moreno, I., Ramirez, A., Plana, R., & Iglesias, L. (2001). *El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Payano, N., & Payano, N. (2010). *Determinación de aceptabilidad y digestibilidad de la galleta de trigo con sustitución parcial de Harina sucedánea de maca (Ipidium peruvianum chacán) en la provincia de Junín*. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPC/1873/tesis%20Nithza%20y%20Nancy%20%20Payano%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Republica, L. (23 de marzo de 2018). *La Republica*. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1215679-produccion-de-algarroba-aumento-en-piura-por-lluvias>
- Sanchez, J. (2016). Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10460/1/TESIS%20HARINA%20DE%20ALGARROBA.pdf>
- stephany, B., & García, D. (2015). *Tesis "Métodos de extracción para los compuestos esenciales del algarrobo"*. Portoviejo - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/103/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20-JUDITH%20Y%20DINA.pdf>
- Tejero, K. B. (2003). *Formulación y marketing de productos de panificación con harina de algarroba*. Piura. Obtenido de

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1487/ING_394.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vega, D. L. (2009). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de tarwi (Lupinus Mutabilis sweet) y harina de cascara de maracuya (Passiflora Edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes.* Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1976/30723.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villareal Ruiz, M. (2000). *Efectos sobre la Producción del Trigo (Triticum aestivum L) en el Mundo, México y en la Región de los 5 Manantiales.* Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1183/EFFECTOS%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DEL%20TRIGO%20%28Triticum%20aestivum%20L.%29%20EN%20EL%20MUNDO%20%20MEXICO%20Y%20EN%20LA%20REGION%205%20MANANTIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zuleta, A. (Mayo de 2012). *Diseño de panes funcionales.* Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v39n3/art09.pdf>

ANEXOS

ANEXO N°1

Imágenes de los procedimientos de la elaboración del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo.



Figura 14: Pesado de 90 gr de Harina de Trigo



Figura 15: Pesado de 10 gr de Harina de Algarroba



Figura 16: Pesado de 5 gr de Levadura



Figura 17: Pesado de 3 gr de Manteca



Figura 18: Mezclado (Amasado)



Figura 19: Boleado (Sobado)



Figura 20: Fermentado



Figura 21: Horneado



Figura 22: Pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo

ANEXO N°2

Encuesta de aceptabilidad de pan

Indicación: Por favor conteste el presente cuestionario según su criterio.

1. Su género:
 - a) Femenino
 - b) Masculino

2. Su edad:
 - a) 10-17
 - b) 18-23
 - c) 24-29
 - d) 30 a más

3. ¿Usted consume pan?
 - a) Si
 - b) No

4. ¿Con que frecuencia consume pan?
 - a) Una o dos veces por semana
 - b) Todos los días
 - c) Quincenal
 - d) Mensual

5. ¿Qué factores influyen al momento de comprar pan?
 - a) Color
 - b) Sabor
 - c) Olor
 - d) Textura
 - e) Apariencia

6. ¿Te gustaría probar un nuevo pan?
- a) Si
 - b) No
7. ¿De las 4 muestras cual tiene mejor sabor?
- a) Muestra 1
 - b) Muestra 2
 - c) Muestra 3
 - d) Muestra 4
8. ¿De las 4 muestras cual tiene mejor olor?
- a) Muestra 1
 - b) Muestra 2
 - c) Muestra 3
 - d) Muestra 4
9. ¿De las 4 muestras cual tiene mejor textura?
- a) Muestra 1
 - b) Muestra 2
 - c) Muestra 3
 - d) Muestra 4
10. ¿De las 4 muestras cual tiene mejor color?
- a) Muestra 1
 - b) Muestra 2
 - c) Muestra 3
 - d) Muestra 4

11. ¿De las 4 muestras cual tiene mejor apariencia?

- a) Muestra 1
- b) Muestra 2
- c) Muestra 3
- d) Muestra 4

ANEXO N°3

Escala Likert con la cual se realizó la evaluación sensorial a los 10 panaderos seleccionados.

Tabla 34: Puntaje de la escala Likert

Puntaje	Interpretación
1	Inaceptable
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy Bueno

Tabla 35: Evaluación de las 4 muestras por parte del jurado

ATRIBUTOS A EVALUAR	Pan 10% Harina de Algarroba -90% Harina de Trigo	Pan 3% Harina de Algarroba -97% Harina de Trigo	Pan 2% Harina de Algarroba -98% Harina de Trigo	Pan 1% Harina de Algarroba -99% Harina de Trigo
SABOR				
OLOR				
TEXTURA				
COLOR				
APARIENCIA				

ANEXO N°4

Análisis físicos y químicos realizados al pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Urb. Miraflores-Campus Universitario S/N- Castilla-Piura
 Teléfonos: (073)-284700- (073)-285251
 labocontrol@unp.edu.pe



INFORME DE ENSAYOS N°185-2019

SOLICITANTE	ADRIANA CAROLINA SOTO MONTERO	
DOMICILIO LEGAL	GIAN, GUILICHE-GONZALES	
PRODUCTO DECLARADO	UNIVERSIDAD PARTICULAR ANTONIO ORREGO	
TESE	M1: HARINA DE ALGARROBA M2: HARINA DE TRIGO	
ESTADO/CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS	"DISEÑO DE UN PROCESO, PARA LA ELABORACION DE UN PAN A BASE DE HARINA DE ALGARROBA (Prosopis pallida), Y HARINA DE TRIGO CON FINES DE ACEPTABILIDAD"	
CANTIDAD DE MUESTRA	En buen estado	
FORMA DE PRESENTACIÓN	02 muestras x 250 g c/u	
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE	papelillo	
MUESTREO	Ninguna	
ENSAYOS REALIZADO EN	Realizado por el cliente/ Muestra donada al laboratorio	
DOCUMENTOS NORMATIVOS	Laboratorio de ensayos físicoquímicos	
FECHA DE RECEPCIÓN	No especifica	
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	03-10-2019	
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	03-10-2019	
	10-10-2019	

I. ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS

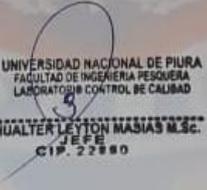
PARÁMETROS	RESULTADOS	
	M1	M2
Humedad (%)	4.0	5.10
Cenizas totales (%)	5.20	2.70
Proteína total (%)	14.10	8.10
Grasa total (%)	4.50	1.10
Fibra bruta (%)	3.80	4.10
Carbohidratos totales (%)	72.20	83.00
Energía total (Kcal/100g)	385.70	374.30

II. MÉTODOS

1. HUMEDAD: NOM-116-SSA1-1994. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN ALIMENTOS POR TRATAMIENTO TÉRMICO
2. CENIZAS TOTALES: NMX-F-607-NORMEX-2013 ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS
3. PROTEÍNAS TOTALES: NMX-F-066-S-1980. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS
4. GRASA TOTAL: NMX-F-089-S-1978. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTO.
5. CARBOHIDRATOS: POR DIFERENCIA
6. ENERGÍA TOTAL: POR CÁLCULO
7. Hierro: Espectrofotometría

Piura, 10 de octubre del 2019





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

ING. HUALTER LEYTON RIASAS M.Sc.
 JEFE
 CIP. 22880

Página 1 | 1

Figura 23: Análisis físicos y químicos del pan producido a partir de Harina de Algarroba y Harina de Trigo

ANEXO N°5

COMPROMISO DEL ASESOR

Dr. Alfredo Lázaro Luján Gutiérrez, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería INDUSTRIAL, identificado con ID 000158095 debidamente colegiado y habilitado con CIP 38159, me comprometo a asesorar el proyecto de tesis titulado "FORMULACIÓN ASOCIADA EN LA ELABORACIÓN DE PAN A BASE DE HARINA DE ALGARROBA (PROSEPS PALUDA) Y HARINA DE TRIGO CON FINES DE ACEPTABILIDAD" cuyos autores son los bachilleres ADRIANA CAROLINA SOTO MONTERO y _____; hasta la sustentación de la misma.

Trujillo, 22 de agosto del 2021

CIP 38159