



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE
TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE CASCARILLA
DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ELABORACIÓN DE
BIZCOCHO**

**AUTORA
ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL**

**TUTORA
ING. ALAVA PINCAY CECIBEL, Ph.D.**

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutora, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ELABORACIÓN DE BIZCOCHO”**, realizado por la estudiante **ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL**; con cédula de identidad N° **0929979177** de la Carrera **AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. ALAVA PINCAY CECIBEL, Ph.D.

Guayaquil, 08 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ELABORACIÓN DE BIZCOCHO” realizado por la estudiante **ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. ZUÑIGA MORENO LUIS, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. MORENO PAREDES MIGUEL, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. ALAVA PINCAY CECIBEL, Ph.D.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 08 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

A Dios, por mantenerme con vida y salud, por darme fuerza, valentía y sabiduría para cumplir mis metas y propósitos.

A mis padres por siempre estar conmigo, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por creer en mí y darme ánimos cuando me he querido rendir.

A mis hermanos y sobrinos quienes son mi inspiración para seguir adelante.

Dedico con mucho amor este trabajo a todos ustedes por apoyarme siempre en todo lo que me propongo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este arduo pero gratificante camino. A mis padres por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de este proceso; sin su constante ánimo y sacrificios, este logro no habría sido posible. A mis hermanos por apoyarme de una manera u otra. A mis sobrinos que con su inocencia y amor siempre me sacan una sonrisa en medio del caos. A mis amigos por todos los momentos compartidos. A los ingenieros y al biólogo que han estado dispuestos a brindarme sus conocimientos y ayuda cuando lo he necesitado. Agradezco a cada una de las personas que han estado conmigo a lo largo de este proceso.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ELABORACIÓN DE BIZCOCHO”** para optar el título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, noviembre 08, 2024

ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL
C.I. 0929979177

RESUMEN

El cultivo de cacao, genera anualmente unas 19.200 toneladas de cascarilla, que generalmente se desechan y no son aprovechados. Este estudio evalúa el efecto de sustituir parcialmente la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la elaboración de un bizcocho. Se realizaron tres tratamientos con adiciones del 5%, 10% y 15% de harina de cascarilla, además de un testigo. Los resultados del primer objetivo sobre la cinética de fermentación indicaron que el tratamiento T1 alcanzó una altura máxima de 2,55 cm, con una tasa de crecimiento máxima (V_h : 0,38 cm/min), el incremento en la fase de horneado (ΔM : 15 %) y un tiempo de latencia (LT H: 4,38 min) valores similares al testigo, sugiriendo viabilidad. El tratamiento T3 (15 %) destacó en dureza (0,48 N), adhesividad (1,19 mJ), resiliencia (0,048) y elasticidad (9,13 mm) de la masa cruda. En la masa horneada, T1 mostró mejores resultados respecto a la humedad (35,31 %), dureza (20,64N) y volumen específico (1,16 ml/g). En los análisis nutricionales, T3 presentó mayor contenido de fibra, mientras que, en proteínas, los resultados fueron: T0 (0,88 %), T1 (0,35 %), T2 (1,49 %) y T3 (1,08 %). En carbohidratos, T0 (13,90 g), T1 (23,20 g), T2 (33 g) y T3 (27,20 g), indicando que T2 tiene el mejor perfil nutricional. La vida útil del bizcocho fue de 9 días sin conservantes, destacando T3 por su humedad y T1 por su textura. Se sugiere desarrollar nuevas formulaciones basadas en estos hallazgos.

Palabras claves: cascarilla de cacao, bizcocho, sustitución, residuos.

ABSTRACT

Cocoa cultivation generates about 19,200 tons of cocoa husks annually, which are generally wasted and not used. This study evaluates the effect of partially substituting wheat (*Triticum aestivum*) flour with cocoa (*Theobroma cacao* L.) husk flour in the preparation of a sponge cake. Three treatments were carried out with additions of 5%, 10% and 15% of husk flour, in addition to a control. The results of the first objective on fermentation kinetics indicated that treatment T1 reached a maximum height of 2.55 cm, with a maximum growth rate (V_h : 0.38 cm/min), the increase in the baking phase (ΔM : 15 %) and a latency time (LT H: 4.38 min) values similar to the control, suggesting viability. Treatment T3 (15 %) excelled in hardness (0.48 N), adhesiveness (1.19 mJ), resilience (0.048) and elasticity (9.13 mm) of the raw dough. In the baked dough, T1 showed better results with respect to moisture (35.31 %), hardness (20.64 N) and specific volume (1.16 ml/g). In nutritional analysis, T3 showed higher fiber content, while in protein, the results were: T0 (0.88 %), T1 (0.35 %), T2 (1.49 %) and T3 (1.08 %). In carbohydrates, T0 (13.90 g), T1 (23.20 g), T2 (33 g) and T3 (27.20 g), indicating that T2 has the best nutritional profile. The shelf life of the sponge cake was 9 days without preservatives, highlighting T3 for its moisture and T1 for its texture. It is suggested to develop new formulations based on these findings.

Keywords: *Cocoa husk, cake, partial substitution, waste.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación	4
1.4 Delimitación de la investigación	4
1.5 Objetivo general	5
1.6 Objetivos específicos	5
1.7 Hipótesis.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Estado del arte	6
2.2 Bases teóricas.....	7
2.3 Marco legal.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Enfoque de la investigación.....	21
3.2 Metodología.....	21
4. RESULTADOS.....	34
5. DISCUSIÓN	44
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla de la Composición nutricional del trigo.....	59
Anexo N° 2: Tabla del valor nutricional de la harina de trigo	59
Anexo N° 3: Tabla de la composición nutricional de la cascarilla de cacao.	60
Anexo N° 4: Composición nutricional de la harina de cascarilla de cacao	60
Anexo N° 5: Resultados de fase de horneado en 60 minutos según la ecuación de Gompertz.....	61
Anexo N° 6: Medición y registro de resultados de la cinética de fermentación.....	62
Anexo N° 7: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento testigo.....	63
Anexo N° 8: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M1.....	64
Anexo N° 9: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M2.....	65
Anexo N° 10: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M30.....	66
Anexo N° 11: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento testigo – día 0.....	67
Anexo N° 12: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento testigo – día 5	68
Anexo N° 13: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada tratamiento testigo – día 9	69
Anexo N° 14: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 0.....	70
Anexo N° 15: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 5.....	71
Anexo N° 16: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 9.....	72
Anexo N° 17: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 0.....	73
Anexo N° 18: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 5.....	74
Anexo N° 19: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 9.....	75

Anexo N° 20: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 0	76
Anexo N° 21: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 5	77
Anexo N° 22: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 9	78
Anexo N° 23: Volumen específico en masa horneada del tratamiento testigo	79
Anexo N° 24: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M1	80
Anexo N° 25: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M2	81
Anexo N° 26: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M3	82
Anexo N° 27: Análisis de TPA (dureza) en masa horneada y verificación de resultados	83
Anexo N° 28: Análisis de muestras para determinar proteínas y verificación de resultados obtenidos	84
Anexo N° 29: Análisis de muestras para determinar fibra y verificación de resultados obtenidos	85
Anexo N° 30: Peso de las masas y evidencia de presencia de moho en las muestras del día 11	86
Anexo N° 31: Resultados del mayor contenido en fibra (tratamiento T2)	87

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El crecimiento demográfico ha aumentado la demanda de alimentos, debido a esto la industria ha tenido que incrementar los valores de producción. Así mismo grandes cantidades son desperdiciadas y muchos recursos naturales son usados como alternativa para satisfacer las demandas de consumo, por lo que estos niveles de producción crean una gran cantidad de residuos, generando un impacto significativo en el medio ambiente.

Un caso específico es el cacao, el cual es un cultivo que ha desempeñado un papel importante en el Ecuador debido a la historia, la cultura y la economía, este es exportado a diferentes países industrializados para el procesamiento de la materia prima, sin embargo, en este proceso solo se utiliza el fruto y se desecha la cascarilla, la cual corresponde al 12-15 % de los granos secos fermentados, lo que indica que el país produce en promedio 19.200 toneladas de cascarilla de cacao considerado residuos agroindustriales (Barazarte, Sangronis, y Unai, 2008).

Por otra parte, es importante destacar que la cascarilla de cacao tiene varios destinos comunes como lo es el abono orgánico, combustibles, forraje para animales, cosméticos y productos de cuidado personal, actualmente, estudios relacionados con dichos residuos y su uso potencial ha aumentado debido a que es un componente importante, tal es el caso que se han logrado avances significativos en el uso de fibra dietética para satisfacer las necesidades nutricionales para la salud (Ordoñez, Vera, y Tigselema, 2019).

En el artículo de Guerrero, Suárez y Orozco (2017) se menciona que se utilizó cascarilla de cacao para la extracción de pectina y se implementó un método de extracción por reflujo con ácido cítrico, en el cual se realizaron ensayos preliminares donde se evaluaron diferentes tiempos (100, 95, 85 y 75 minutos) y temperaturas (95 °C, 90 °C, 80 °C y 70 °C).

Por otra parte, Quineche y Paucar (2023) en su artículo mencionan que el propósito de esta investigación fue analizar las propiedades tecnológicas y sensoriales de bizcochos dulces mediante la incorporación de harina de tocosh y harina de tarwi. Se empleó un diseño experimental de tipo central compuesto rotacional (DCCR) 22, generando un total de 11 combinaciones (4 factoriales, 4

axiales y 3 puntos centrales). Las variables independientes fueron X1= Harina de tocosh y X2=Harina de tarwi, con adiciones variando desde 2 % hasta 8 % para X1 y desde 2 % hasta 6 % para X2, reemplazando el porcentaje correspondiente de harina de trigo en la receta base.

Los resultados revelan que la formulación F5 (con 2 % de X1 y 4 % de X2) obtuvo las mejores puntuaciones en la evaluación sensorial. Además, presentó un contenido proteico superior (8,48 %) en comparación con el bizcocho sin sustituciones (8,25 %). A través de la optimización de múltiples respuestas (deseabilidad), se identificó una formulación óptima con 3,22 % de X1 y 4,55 % de X2 como sustitutos de la harina de trigo. Esta formulación resultó en un bizcocho con valores de humedad ($23,99 \pm 0,16$ %), proteína ($8,65 \pm 0,18$ %), grasa ($6,42 \pm 0,70$ %), cenizas ($0,51 \pm 0,07$ %), fibra dietética total ($6,30 \pm 1,70$ %) y carbohidratos ($54,80 \pm 1,44$ %).

Así mismo Cobo, Quiroz y Santacruz (2013), estudiaron la posibilidad de utilizar harina de zanahoria en sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) para la elaboración de pan. Para ello se emplearon porcentajes de sustitución del 10 al 40 % analizando la altura, volumen, volumen específico y peso del pan.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Es frecuente observar la falta de conocimiento de las personas al intentar optar por una dieta equilibrada, ya que el consumo de comidas rápidas o alimentos ultra procesados resulta más conveniente y ahorra tiempo. Sin embargo, la desventaja inherente a este tipo de alimentación radica en su escaso aporte nutricional, lo que contribuye a la problemática de desnutrición, obesidad y desarrollo de enfermedades no transmisibles en la población (Martil, Calvo, y Martínez, 2020).

En la actualidad la desnutrición es un problema de salud global, especialmente en regiones con bajos ingresos y recursos limitados. La desnutrición es el resultado de los efectos acumulativos de una ingesta inadecuada de alimentos que no satisfacen las necesidades dietéticas de micronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo físico y cognitivo. Las personas que sufren de insuficiencia alimentaria se exponen al riesgo de sufrir enfermedades, discapacidad permanente

e incluso muerte prematura. En el Ecuador se estima que aproximadamente de 3 a 4 millones de personas entre menores de edad, jóvenes y adultos mayores tienen problemas de déficit nutricional (Ministerio de Salud Pública, 2018).

Así mismo la problemática de la obesidad ha ido en aumento en los últimos años, representando un desafío significativo para la salud pública. Diversos factores contribuyen a esta situación, incluyendo cambios en los hábitos alimenticios, un estilo de vida sedentario y la falta de conciencia sobre la importancia de mantener un peso saludable (Vilugrón, Molina, Gras, y Mayolas, 2020).

Por otra parte, en la industria procesadora de alimentos agroalimentarios las materias primas se transforman para darles valor agregado a través de operaciones unitarias para facilitar su consumo, este modelo productivo actual se basa en extracción, fabricación, consumo y eliminación, lo que genera un aumento masivo en la cantidad de residuos, el cual es uno de los mayores problemas medioambientales. Según las estadísticas de la ONU, se estima que en el mundo se obtiene alrededor de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos y así mismo el Banco Mundial menciona que, si no se toman las debidas precauciones, el volumen mundial de residuos aumentará un 70 % de aquí al 2050 (Romero, 2022).

Los residuos agroindustriales pueden contribuir significativamente a la economía debido a que pueden utilizarse como materia prima en diversos procesos productivos. Estos residuos se pueden dividir en dos tipos diferentes. Por un lado, los de campo como hojas, tallos y vainas de semillas, por otra parte, los que han sido procesados como melaza, cascarilla, bagazo y pulpa. Estos son tratados y por lo tanto ayudan a reducir los posibles efectos negativos de su liberación y los convierte en un producto útil y de mayor valor agregado que puede solucionar problemas y generar ingresos económicos adicionales (Romero, 2022).

En los últimos años se han evaluado diferentes tipos de desechos que pueden aprovecharse como materia prima, tal es el caso de la cascarilla de cacao, la cual cuenta con niveles aceptables de calorías (8 %), fibra (72 %) la cual se destaca por ser su componente mayoritario y proteínas (19 %) (Ordoñez, Vera, y Tigselema, 2019).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo afectará la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao en la elaboración de bizcochos en cuanto a las propiedades físico-químicas y nutricionales?

1.3 Justificación de la investigación

En la actualidad la industria alimentaria tiene por objetivo satisfacer las expectativas y necesidades del consumidor promoviendo su salud y bienestar, por ello se busca desarrollar productos que sean agradable al paladar y que tengan un alto valor nutricional.

Por esta razón se implementó el desarrollo de un estudio mediante el aprovechamiento de residuos agroindustriales como lo es la cascarilla de cacao, el cual se realizó mediante una sustitución parcial en la elaboración de un bizcocho, debido a que la harina de cascarilla de cacao contiene características leudantes a la de harina de trigo, pero en diferentes niveles, lo cual permite obtener un producto con similares y hasta mejores características que el tradicional, es así que el papel principal que se buscó con la sustitución parcial es el de la nutrición y el secundario satisfacer aspectos sensoriales o de preferencia (Burgos, Alcívar, Suárez, y Zambrano, 2020).

Esta investigación fue de gran importancia debido a que mediante la elaboración de este producto se ofreció una alternativa de consumo en beneficio de las personas debido a que aporta nutrientes esenciales.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo se realizó en la ciudad de Guayaquil, en el laboratorio de Suelos, en la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Tiempo:** Se realizó por un periodo de 6 meses, durante el año 2023-2024.
- **Población:** Los resultados obtenidos fueron dirigidos al público en general, niños, adolescentes y adultos.

1.5 Objetivo general

Estudiar el efecto de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) como sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de bizcocho.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar la cinética de fermentación de la masa cruda a los cuatro tratamientos (incluyendo el testigo) en 60 minutos a través del modelo adaptado de Gompertz.
- Determinar el comportamiento de la masa cruda a través de los parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) y en la masa horneada, los físico-químicos (humedad, TPA - dureza, volumen específico).
- Evaluar los parámetros nutricionales (fibra, proteína, carbohidratos) y la vida útil (0, 5, 9, 12 días) de los bizcochos en cuanto a las variaciones de los parámetros calculados (humedad, TPA – dureza) después de la fase de horneado.

1.7 Hipótesis

“La sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) cumple con el parámetro químico (humedad) acorde a la Norma Técnica Peruana 206.002 en la elaboración de bizcocho”

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Quezada, Contreras, Martínez, Mero y Gonzáles (2019), en su investigación “Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces” sustituyeron la harina en un 20 %, 25 % y 30 % con análisis proximales, reológicos y análisis sensorial para seleccionar la mejor muestra a la cual se le realizó recuento de bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras. Los resultados en humedad fueron del 10 %, 81 % hidratos de carbono, proteínas 4,15 %, fibra total 6,12 %, cenizas 2 %. Las pruebas reológicas y farinológicas mostraron que la F2 (reemplazo del 25 %), no mostraban diferencias en relación con las masas tradicionales y que las condiciones microbiológicas están dentro de los límites especificados en la norma INEN para galletas.

De acuerdo con Sandoval (2020), en su trabajo de investigación evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de moringa y harina de soya en la elaboración de galletas dulces. Para ello se realizaron 11 formulaciones, con diferentes niveles de sustitución en las harinas, fueron evaluadas en función de las características tecnológicas (textura instrumental, colorimetría, volumen específico y A_w) y sensoriales. Su caracterización química proximal de mejor formulación fue de 10.38 % en proteínas, 2.27 % en ceniza 16.87 % en grasa y 0.80 % en fibra. La mejor formulación contenía 84 % harina de trigo, 6 % de harina de moringa y 10 % harina de soya. El tiempo de vida útil según el análisis microbiológico en la galleta dulce es de 31 días.

Vásquez, Verdú, Islas, Barat, Meló y Granados (2021), trataron térmicamente la harina de avena a 80, 100 y 130 °C durante 30 min para luego sustituirla al 10 y 20 % por harina de trigo para elaborar pan. Determinaron su capacidad de retención de agua, perfil de viscosidad, volumen específico y análisis de perfil de textura a los 0, 2 y 7 días de elaborado el pan. Con el uso de harina de avena tratada a 100 °C a 10 y 20 % de sustitución, el volumen específico de pan aumentó (2.64 y 2.75 cm³/g). El perfil de textura, también se vio afectado por el nivel de sustitución y el tratamiento térmico a los 7 días de almacenamiento, la

firmeza del pan disminuyó cuando se usó 10 % de harina de avena tratada a 130 °C en comparación al elaborado con harina de trigo.

Vásquez, Verdú, Islas, Barat, Grau y Casillas (2017), evaluaron el efecto de la sustitución del 2.5, 5, 7.5 y 10 % de harina de trigo (HT) con harina de avena (HA), de maíz (HM) y de sorgo (HS) sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan, determinaron la capacidad de retención de agua (CRA), temperatura de empaste, viscosidad pico y viscosidad final en harinas: Realizaron un análisis sensorial en pan para determinar las preferencias de los panelistas. Los resultados mostraron diferencias en el volumen de la masa obtenido al utilizar HA en los cuatro diferentes niveles no mostraron diferencias con HT ($136.32 \text{ cm}^3 \pm 4.62$). El análisis sensorial no mostró diferencias cuando el pan se elaboró con HA o HM a 10 % y el obtenido sólo de HT.

Por otra parte, Jaramillo (2023) planteó 5 tratamientos incluyendo un testigo con 100 % harina de trigo, las muestras fueron evaluadas sensorialmente donde los panelistas escogieron el tratamiento 1 (5 % afrecho de zanahoria, 25 % harina de avena, 70 % harina de trigo), como la mejor formulación, demostrando la influencia de la harina de avena y afrecho de zanahoria en sus propiedades sensoriales. Los resultados para humedad y cenizas fueron: 41,8 de humedad y 1,7 de cenizas valores que se encuentran dentro de los límites que establecen las norma INEN 1235 e INEN 520. El análisis bromatológico fue determinado por cada 500 g de bizcocho: proteína (6.7 %), grasa (4.2 %) y fibra (5.9 %). Se estima 6 días de vida útil para el producto final.

2.2 Bases teóricas

2.1.1 Trigo

2.1.1.1. Generalidades.

El trigo (*Triticum aestivum L.*) es una planta anual, de crecimiento invierno-primavera, es considerada la especie agrícola más antigua cultivada por el hombre entre 7000 y 9000 A.C., como los humanos comenzaron a expandir su población a lo largo del mundo, y durante 8000 años ha sido la base de la alimentación para el desarrollo de importantes civilizaciones de Europa, Asia y África. En la actualidad, el cereal más cultivado en el mundo, Ecuador no produce cantidades suficientes

para abastecer el mercado local, por este motivo se importa. Uno de los principales usos de los granos de trigo es la elaboración de pan, además también es usado para fabricar productos de repostería, pasta, masas para pizzas y galletas. Cuando el trigo no alcanza la calidad requerida para el consumo humano, los granos se destinan a la alimentación animal. El trigo suele presentarse molido en harinas blancas o en forma integral durante todo el año. Tiene una conservación fácil y duradera, ya que solo necesita materiales herméticos, un clima seco y un lugar oscuro (Ramírez, Rodríguez, y Ruiz, 2017).

2.1.1.2. Características del grano.

Está formado por el pericarpio, el tesla, el endospermo y el embrión. El Pericarpio: Recubre el grano, constituido por las siguientes partes: células de pared delgada, células intermedias, células tubulares, células cruzadas. Posee un alto porcentaje de celulosa; la Tesla: Formada por una serie de capas que envuelven la semilla se elimina durante el proceso de molienda cuando se requiere que el grano quede pulido. Endospermo: representa el mayor porcentaje de peso del grano, aproximadamente el 80 %, está recubierto por la capa de aleurona, rica en proteínas, grasas y cenizas, constituido por tres tipos de células: periféricas, prismáticas y centrales (Holguín y Vélez, 2020).

2.1.1.3. Características morfológicas.

El trigo es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas, la cual es la más importante del mundo. Tiene raíces delgadas y ramificadas la cual tiene hasta un metro de profundidad. Su tallo es una caña hueca de entre 0,5 a 2 metros de altura, sus hojas son alargadas, rectas y terminadas en punta. El trigo posee una raíz fasciculada, hojas paralelinervias, lanceoladas y envainadas, inflorescencia en espiga, flor protegida por brácteas denominadas glumas, de ovario súpero, flor perfecta, con 3 estambres y 2 estigmas plumosos. El fruto es un grano denominado cariósido (Jobet et al., 2021).

2.1.1.4. Composición nutricional del trigo.

En cuanto al aspecto nutricional, el trigo es un alimento con un significativo aporte de hidratos de carbono, posee alto contenido de energía y proteínas en

comparación con otros granos de cereales (Anchundia y Martillo, 2019) (Ver Anexo N° 1).

2.1.1.5. Harina de trigo.

Field, Mithra, Estevez y Peña (2020), mencionan que la harina de trigo es un producto en polvo obtenido a través del proceso de molienda gradual y metódica de granos de trigo de la variedad *Triticum aestivum sp. Vulgare* y su posterior tamizado. Este proceso incluye la eliminación previa de impurezas hasta alcanzar un grado específico de extracción. El grado en que se tamiza la harina para separar el endospermo de grano fino se conoce como tasa de extracción, y una tasa de extracción más alta indica una mayor retención del salvado y el germen. La mayoría de las vitaminas y minerales del trigo se encuentran en el salvado o el germen, y las harinas con tasas de extracción del 80% o menos tienen un contenido de nutrientes significativamente reducido.

2.1.1.6. Valor nutricional de la harina de trigo.

La harina de trigo contiene principalmente hidratos de carbono complejos que son macronutrientes estructurados por moléculas extensas de azúcares y así mismo contiene una buena proporción de proteínas de origen vegetal, cuenta con aminoácidos esenciales (que el cuerpo no produce por su propia cuenta) como la valina y la fenilalanina y algunas vitaminas (A, B, E, K, D y PP (proteína de trigo)) y minerales (calcio, magnesio, fósforo, sodio, potasio, zinc). Este producto procesado no contiene colesterol por ende su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol beneficioso para el sistema circulatorio (Aguilar y Vargas, 2022) (Ver Anexo N° 2).

2.1.2 Cacao

2.1.2.1. Generalidades.

El *Theobroma cacao L.* pertenece a la familia de las *Sterculiaceae*, es una sola especie con diversas variedades que presentan frutos y semillas distintas, se clasifica en tres grandes grupos: Criollo, Forastero y Trinitario, es nativo de las regiones tropicales de América Central y América del Sur, se cree que se cultivó por primera vez en las selvas tropicales de la cuenca del río Amazonas. El cacao es conocido como "el alimento de los Dioses", suministra la materia prima para la

multimillonaria industria del chocolate y constituye la principal fuente de ingresos para aproximadamente 6 millones de pequeños agricultores en todo el mundo. Además, los granos de cacao poseen aplicaciones no alimentarias en sectores como la industria farmacéutica y cosmética (Wickramasuriya y Dunwell, 2018).

2.1.2.2. Características del grano.

Las características del grano de cacao son fundamentales para determinar la calidad y el sabor del chocolate. Los granos de cacao son generalmente alargados y ovalados, con una longitud de aproximadamente 1 a 2.5 centímetros, su forma puede variar ligeramente según la variedad de cacao. El color de los granos de cacao frescos puede ser variable, pero generalmente son de color blanco o morado, durante el proceso de fermentación y secado, los granos adquieren un color marrón, en cuanto a su cáscara se puede decir que es gruesa y rugosa (Noor Ariefandie, Sunan y Fan, 2022).

Los granos de cacao tienen una combinación especial de nutrientes como lípidos, carbohidratos, proteínas y otros compuestos. Los fitoquímicos bioactivos incluyen metilxantinas, polifenoles, aminas biogénicas, melanoidinas, isoprostanoides y oxalatos. Estos fitoquímicos del cacao están relacionados con diversas actividades biológicas *in vivo* e *in vitro* como antioxidante, anticancerígeno, antimicrobiano, antiinflamatorio, antidiabetes, protección cardiovascular, mejoramiento físico, antifotoenvejecimiento, antidepresivo y sanguíneo (Noor Ariefandie, Sunan, y Fan, 2022).

2.1.2.3. Características morfológicas.

La altura de esta planta puede variar de 5 a 8 metros; las plantaciones comerciales promedian entre 2,0 y 3,0 metros. Tiene tronco leñoso de 15 a 30 cm de diámetro, en promedio, el crecimiento se detiene en 18 meses. Las yemas terminales son suprimidas y reemplazadas por tres a cinco yemas axilares, las ramas se ubican en ángulos muy cerrados y en verticilos (conjunto de 3 o más órganos), la corona del árbol se conforma por ramas verticales, hojas pecioladas y sin flores, las ramas horizontales con hojas alternas y flores (González, 2019).

2.1.2.4. Cascarilla de cacao.

La cascarilla de cacao constituye un subproducto, que puede ser utilizada en la alimentación animal, fertilización de plantas, materia prima para biodigestores, y como materia prima en la elaboración de diversos productos. La cascarilla de cacao es considerada una buena fuente de macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales) (Iglesias, Morejón, Ruiz, y Pérez, 2022).

2.1.2.4.1. Composición nutricional de la cascarilla de cacao.

Según Soares y Oliveira (2022), consideran que la cascarilla de cacao contiene grasas, específicamente manteca de cacao, así como aminas y alcaloides. Es importante señalar que la composición de la cáscara varía según diversos factores, como el tipo de cacao, su origen geográfico, el proceso post-cosecha, el grado de madurez, la calidad de la fermentación y el método de secado (Ver Anexo N° 3).

2.1.2.4.2. Harina de cascarilla de cacao.

La harina de cascarilla de cacao se obtiene a partir de la molienda de la cáscara del cacao, que es la capa externa del grano de cacao. Este subproducto del procesamiento del cacao ha ganado interés en diversas aplicaciones debido a su composición nutricional y aportes específicos. La harina de cascarilla de cacao es considerada una fuente de fibra dietética y puede tener beneficios en términos de contenido de proteínas y otros nutrientes (Guamán, 2021).

2.1.2.4.3. Composición nutricional de la harina de cascarilla de cacao.

De acuerdo con Padilla (2023), la harina de cascarilla de cacao contiene cantidades significativas de fibra dietética, así como altos niveles de proteínas, grasas y otros compuestos en la cáscara. La variabilidad en la composición dependerá de factores como el procesamiento y la calidad de la materia prima. La harina de cascarilla de cacao puede ser utilizada en la industria alimentaria para enriquecer productos con fibra, mejorar la textura y aportar características sensoriales únicas. Además, su aplicación en la alimentación animal también puede ser considerada debido a su perfil nutricional (Ver Anexo N° 4).

2.1.3 Bizcocho

El bizcocho es un pan dulce horneado que sirve como postre y está disponible en diversas presentaciones a precios asequibles. Se elabora principalmente con harina de trigo, ya que su calidad depende en parte del desarrollo del gluten. Los bizcochos se distinguen por su característico aroma, que resulta agradable para los consumidores gracias a la presencia de sacarosa. La combinación de una masa batida y aireada contribuye a lograr una textura esponjosa, tierna y ligera. Además, estos bizcochos tienden a tener un alto contenido calórico, mientras que su contenido de proteínas y fibra dietética es bajo. Por lo tanto, una opción recomendable es enriquecerlos nutricionalmente (Quineche y Paucar, 2023).

2.1.3.1. Tipos de bizcochos.

2.1.3.1.1. Bizcocho genovés.

Es un bizcocho con una consistencia seca debido a que en sus componentes no se encuentran la mantequilla o el aceite que le proporcionan humedad.

2.1.3.1.2. Bizcocho base de chocolate.

Se caracteriza por ser un bizcocho base el cual lleva cacao y de manera sutil vainilla. Este bizcocho es seguro para decoración ya que su consistencia es densa, pero conserva su esponjosidad característica.

2.1.3.1.3. Planchas de bizcocho.

Suelen ser bizcochos con un grosor muy delgado y se caracterizan por ser elásticos ya que permiten ser enrollados para hacer brazos gitanos.

2.1.3.1.4. Bundt cakes.

Son bizcochos elaborados de forma sencilla ya que su base normalmente es de mantequilla y suelen presentarse de distintas formas ya que se hornean en moldes con diferentes figuras.

2.1.3.2. Descripción de los ingredientes.

De acuerdo con Chipantiza (2022), se mencionan los ingredientes para la elaboración de bizcochos a continuación:

2.1.3.2.1. Harina de trigo.

Es un componente esencial en la preparación de productos de panadería y repostería. Contiene agua, lípidos, almidón, polisacáridos y proteínas, entre las que se encuentran la glutenina y la gliadina, responsables de la formación del gluten.

2.1.3.2.2. Huevo.

Es un ingrediente fundamental que aporta textura, sabor y valor nutricional a diversas creaciones de repostería y panificación. La yema, rica en lecitina, actúa como emulsionante y contiene proteínas, grasas y vitaminas como A, D, E y K.

2.1.3.2.3. Azúcar.

Proveniente de la caña de azúcar o la remolacha, el azúcar está compuesto por una molécula de glucosa y otra de fructosa. El azúcar blanco resulta de un proceso de refinación, mientras que el azúcar moreno no pasa por este procedimiento.

2.1.3.2.4. Polvo de hornear.

También conocido como agente leudante, contribuye a proporcionar una textura suave al producto y a aumentar su volumen.

2.1.3.2.5. Esencia de vainilla.

Como un aromatizante refinado, añade un agradable aroma y un sabor dulce, a la vez que resulta irresistiblemente deliciosa en los platos.

2.1.4 Fermentación

La fermentación alcohólica es un proceso biológico que ocurre debido a una oxidación parcial en condiciones anaeróbicas. Este proceso implica la transformación o descomposición química de carbohidratos, principalmente

azúcares como glucosa, fructosa, sacarosa, almidón, entre otros, mediante la acción de microorganismos como bacterias o levaduras. El producto final de este proceso es el alcohol en forma de etanol y dióxido de carbono (CO₂), junto con la formación de otros compuestos orgánicos (Herrera et al., 2019).

2.1.5 Horneado

Proceso fundamental en la producción de productos de panadería, donde la masa cruda se convierte en un sólido poroso y, al mismo tiempo, se potencian los distintos sabores y aromas de los productos. En el proceso de horneado, podemos identificar tres métodos de cocción diferentes: asar al horno, gratinar, conocido por su dorado superficial, y la cocción al baño maría, que implica la utilización de un líquido como regulador de la temperatura del aire para una cocción suave y uniforme, sin que el alimento entre en contacto directo con el líquido (Hernández, 2021).

2.1.5.1. Tipos de transformaciones físicas en los alimentos durante el horneado.

Segovia (2014), menciona que la aplicación de calor en los alimentos provoca una serie de cambios físicos:

Color: Se produce una alteración en los pigmentos debido a la caramelización de azúcares, reacciones de Maillard o desnaturalización de ciertas proteínas.

Olor: Se pueden generar o eliminar sustancias volátiles y/o solubles.

Sabor: Este se ve influenciado por la fusión de grasas, la captación de sabores mediante hidratación o intercambio de líquidos inducido por reacciones de caramelización, entre otros.

Volumen y peso: Pueden aumentar debido a la hidratación o disminuir por deshidratación, así como por la expansión de gases en el caso de panes y masas.

2.1.6 Análisis de perfil de textura (TPA)

La definición de textura según la Norma Española se refiere a las características mecánicas, geométricas y de superficie de un producto que son perceptibles por el mecano-receptor, receptores táctiles, y en ocasiones, visuales y

auditivos. Este atributo desempeña un papel crucial en diversos aspectos, como el proceso de producción, la manipulación del producto, la determinación de su durabilidad y su aceptación por parte de los consumidores. Las técnicas instrumentales para medir la textura se dividen en tres categorías: ensayos empíricos, imitativos y fundamentales. Los ensayos empíricos cuantifican propiedades físicas específicas en condiciones bien definidas, mientras que los ensayos imitativos buscan simular las condiciones que el material experimenta en la boca. Por otro lado, los ensayos fundamentales miden propiedades físicas, como el módulo elástico. Un ejemplo destacado de ensayo imitativo en la tecnología de alimentos es el Análisis de Perfiles de Textura (TPA, por sus siglas en inglés, Texture Profile Analysis). Este método fue desarrollado en la década de 1960 por un grupo de investigadores del General Foods Corporation. Durante este análisis, se identificaron parámetros clave de textura para una amplia gama de alimentos (Rodríguez, Bermudez, y Cohen, 2018).

En el análisis de perfil de textura se identifican diversas variables, como la dureza, que se define como la máxima fuerza necesaria durante la primera compresión. La cohesividad, fuerza de unión entre las partículas del alimento, estableciendo el límite para deformarse antes de desfragmentarse o romperse. La adhesividad, fuerza negativa durante el primer mordisco, y el primer ciclo de compresión, representa el trabajo necesario para separar la muestra del plato que la comprime después de la primera compresión. La elasticidad vinculada con la altura del alimento desde el final de la primera compresión hasta el inicio del segundo ciclo de compresión. La masticabilidad, resultado de la dureza, cohesividad y elasticidad, busca representar la cantidad de trabajo requerida para lograr la desintegración del alimento con la dentadura antes de ser ingerido (Rodríguez, Bermudez, y Cohen, 2018).

2.1.7 Vida útil

La duración de la viabilidad de un alimento indica el lapso durante el cual el producto se mantiene adecuado para ser consumido por seres humanos, es decir, preservando sus características sensoriales, funcionales y nutricionales dentro de los límites de calidad previamente definidos como aceptables. La extensión de esta vida útil está influenciada por cuatro elementos clave: composición, método de

procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento (Carrillo y Reyes, 2013).

Para evaluar la duración de un producto alimenticio, resulta crucial comprender las diversas formas de cambios que llevarán a su deterioro, abarcando desde la degradación de sus características sensoriales que inciden en la calidad percibida del alimento, hasta la disminución de las propiedades nutricionales y saludables declaradas, así como la pérdida de la inocuidad alimentaria (Alapont y Torrejón, 2020).

2.1.7.1. Determinación de vida útil de alimentos.

De acuerdo con Carrillo y Reyes (2013), la determinación de la vida útil de un alimento es un proceso complejo que implica la evaluación de diversos factores para garantizar la seguridad y calidad del producto a lo largo del tiempo. Aquí se describen los pasos generales involucrados en este proceso:

Análisis de Composición: Se estudian los componentes del alimento, como grasas, proteínas, carbohidratos, humedad, entre otros. Esto ayuda a comprender cómo estos componentes afectan la estabilidad del producto.

Estudio Microbiológico: Se lleva a cabo un análisis de la carga microbiológica para identificar y cuantificar microorganismos presentes. Esto es crucial para prevenir la proliferación de bacterias, levaduras y mohos que podrían afectar la calidad y seguridad del alimento.

Pruebas de Estabilidad: Se someten muestras del alimento a condiciones controladas de temperatura, humedad y luz para simular diferentes ambientes de almacenamiento. Esto ayuda a prever cómo el producto reacciona con el tiempo.

Determinación de Oxidación y Rancidez: Se evalúa la susceptibilidad del alimento a la oxidación y rancidez, especialmente en productos que contienen grasas y aceites.

Pruebas Sensoriales: Se realizan pruebas sensoriales para evaluar aspectos como sabor, textura, aroma y apariencia a lo largo del tiempo. Esto implica la participación de paneles de expertos o consumidores para obtener retroalimentación subjetiva.

Estudios de Empaque: Se analizan los materiales de empaque para garantizar que proporcionen la protección adecuada contra factores externos como luz, oxígeno y humedad.

Estudio de Factores Ambientales: Se consideran factores externos, como la temperatura y condiciones de almacenamiento, durante el transporte y en los lugares de venta, para comprender cómo estos afectan la vida útil del producto.

Legislación y Regulaciones: Se deben cumplir las normativas y regulaciones alimentarias locales e internacionales al determinar la vida útil de un producto.

Documentación y Etiquetado: La información obtenida se utiliza para establecer la fecha de caducidad o la fecha de consumo preferente, que se indica en la etiqueta del producto para informar a los consumidores.

2.3 Marco legal

Como respaldo para este estudio, se identifica en las normativas del país disposiciones legales que respaldan la importancia de la alimentación.

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Según el Capítulo segundo de los Derechos del buen vivir en su Sección primera Agua y alimentación señala que:

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (2010)

Art. 1. Finalidad. - Esta ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas

populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agrobiodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental (p.3).

Art. 27.- Incentivo al consumo de alimentos nutritivos. - Con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y malnutrición, el Estado incentivará el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico, mediante el apoyo a su comercialización, la realización de programas de promoción y educación nutricional para el consumo sano, la identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos, y la coordinación de las políticas públicas (p.7).

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0616 (2015), que detalla los requisitos de las especificaciones de la harina de trigo para el consumo humano y al uso de otros productos alimenticios nos permite determinar los factores de calidad los cual se indicarán a continuación:

Tabla 1.

Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo.

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

Notas: los métodos de ensayo están basados a cada una de las normas establecidas.

Fuente: INEN 0616, (2015).

Por otra parte, la norma Técnica Peruana 206.002 PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETERÍA: Bizcochos, establece los requisitos fisicoquímicos para la inocuidad del producto.

Tabla 2.

Requisitos fisicoquímicos de los bizcochos.

Característica	Química	Método de ensayo
Humedad	máximo 40,0 %	NTP 206.011
Acidez (como ácido láctico)	máximo 0,7 %	NTP 206.013
Cenizas	máximo 30,0 %	NTP 206.012

Fuente: NTP 206.002 (2018).

Por otra parte, la Norma NTS N°088-MINSA/DIGESA-V.01 “Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería” establece las características de calidad sanitaria que deben cumplir los productos elaborados en panaderías, galleterías y pastelerías para ser aptos al consumo humano, los valores se muestran en la tabla 3.

La norma NTE INEN 0616 (2015), así como la norma Técnica Peruana 206.002 y Norma NTS N°088-MINSA/DIGESA-V.01 no presentan rangos sugeridos para bizcochos en los parámetros nutricionales (fibra, proteínas y carbohidratos). Por lo tanto, en esta investigación estos análisis se discutieron y compararon los resultados con los hallados en base a la Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana (Fontana, Chisaguano, Jumbo, Castro, y Anchundia, 2021) que señalan que para pan de bizcocho el contenido de proteína es de 7,50 gramos y carbohidratos de 64,30 gramos, mientras que en la norma NTE INEN 1334-2:2014 se encuentra la recomendación de la dosis diaria del contenido de fibra (1,25 gramos).

Tabla 3.

Criterios físico-químicos para la elaboración de pan y otros productos de panadería, galletería, pastelería y similares.

Producto	Parámetro	Límites máximos permisibles
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - Pan de molde 6% - Pan tostado
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0.5% (Base seca)
	Cenizas	4.0% (Base seca)
	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua
	Humedad	12%
Galletas	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10%
Bizcochos y similares con y sin relleno (panetón, chancay, panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pasteles y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (Obleas) 5% (Obleas rellenas) 9% (Obleas tipo barquillo)
	Índice de peróxido	0.20%
	Acidez (exp. en ácido oleico)	5 mg/kg

Fuente: Norma NTS N°088-MINSA/DIGESA-V.01 (2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente proyecto se identificó de manera precisa como una investigación de tipo documental, por ello se justificó como un documento referenciado y citado de artículos científicos, informes, resultados, documentos públicos encontrados en la biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador, que fue de gran aporte para la recopilación de datos referentes al tema de interés.

El nivel de conocimiento de este documento de investigación se engloba en un campo de tres puntos importantes que permiten que todos los datos recopilados sigan un contexto informativo. Así los puntos principales fueron la exploración, la descripción y la explicación de los datos recolectados a través de la interpretación por medio del parafraseo.

La investigación fue de tipo experimental, porque se realizaron distintas muestras con varios porcentajes de harinas de trigo y de cascarilla de cacao para la elaboración de un bizcocho. Se evaluó la cinética de fermentación, los parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza y volumen específico). Por otra parte, también se analizaron los parámetros nutricionales (fibra, proteína y carbohidratos) y el análisis de vida útil del producto.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo experimental, debido a que se analizó la cinética de fermentación, los parámetros físico-químicos y nutricionales, además, también se analizó la vida útil del producto en los días 0, 5, 9 y 12.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente.

- Formulación de un bizcocho con diferentes porcentajes de harina de trigo y harina de cascarilla de cacao.

3.2.1.2. Variable dependiente.

- Cinética de fermentación
- Parámetros físico-químicos (humedad, TPA - dureza y volumen específico)
- Parámetros nutricionales (fibra, proteína, carbohidratos)
- Tiempo de vida útil (0, 5, 9, 12 días)

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 4.

VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

VARIABLES INDEPENDIENTES	Tipo de medición	Nivel de medida	Descripción/ instrumento de medición
Formulación de un bizcocho con diferentes porcentajes de harina de trigo y harina de cascarilla de cacao	Cuantitativa	Continuo	T0 (0%) T1 (5%) T2 (10%) T3 (15%)
VARIABLES DEPENDIENTES	Tipo de medición	Nivel de medida	Descripción/ instrumento de medición
Cinética de fermentación (modelo de Gompertz)	Cuantitativa	Continuo	Cromatografía de gases, monitor de CO ₂ Hmax (cm), VH (cm/min), LT H (min), fase de horneado ΔM (%)
Parámetros físico-químicos (humedad, TPA-dureza y volumen específico)	Cuantitativa	Continuo	Análisis físico-químicos: humedad (%), TPA-dureza (N), Volumen específico (ml/g)
Parámetros nutricionales (fibra, proteína, carbohidratos)	Cuantitativa	Continuo	Análisis nutricionales: fibra (g), proteína (%), carbohidratos (g).
Tiempo de vida útil (0,5,9, 12 días)	Cuantitativa	Discreto	Análisis de vida útil: humedad (%), TPA-dureza (N). Observación: presencia de moho

Elaborado por: La Autora, 2024.

3.2.3 Tratamientos

Para el estudio, se realizó 3 formulaciones a distintas concentraciones de harinas de trigo y cascarilla de cacao, considerando la formulación de Quineche y Paucar (2023).

Tabla 5.

Formulación para la elaboración de bizcocho

Ingredientes	Tratamientos							
	Testigo		T1		T2		T3	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Harina de trigo	98.95	54.47	88.95	44.47	78.95	39.47	68.95	34.47
Harina de cascarilla de cacao	0	0	10.00	5.00	20.00	10.00	30.00	15.00
Azúcar	19.79	9.89	19.79	9.89	19.79	9.89	19.79	9.89
Agua	49.47	24.74	49.47	24.74	49.47	24.74	49.47	24.74
Mantequilla	19.79	9.89	19.79	9.89	19.79	9.89	19.79	9.89
Esencia de vainilla	1.13	0.57	1.13	0.57	1.13	0.57	1.13	0.57
Huevo	9.89	4.95	9.89	4.95	9.89	4.95	9.89	4.95
Polvo de hornear	0.98	0.49	0.98	0.49	0.98	0.49	0.98	0.49
Total	200	100	200	100	200	100	200	100

Notas: formulación para elaborar bizcocho con diferentes concentraciones de harinas de trigo y cascarilla de cacao.

Elaborado por: La Autora, 2024.

3.2.4 Diseño experimental

En el desarrollo de este trabajo, se implementó un Diseño completamente al azar (DCA) de 3 tratamientos más 1 testigo considerando la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao como 2 parámetros (% harina de

trigo, % harina de cascarilla de cacao). De esta manera, las muestras fueron sometidas a parámetros físico-químicos (humedad, textura y volumen específico) y nutricionales (fibra, proteína, carbohidratos).

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos.

3.2.5.1.1. Recursos bibliográficos.

- Revistas
- Artículos científicos
- Libros
- Tesis
- Sitios web
- Normas INEN

3.2.5.1.2. Materia prima e insumos a utilizar.

- Harina de trigo
- Harina de cascarilla de cacao
- Azúcar blanca
- Huevo
- Polvo de hornear
- Esencia de vainilla

3.2.5.1.3. Materiales para elaborar bizcocho.

- Cuchillos
- Bowl
- Cucharas
- Recipientes
- Guantes
- Cofia
- Mandil
- Mascarilla
- Gas

- Fósforos
- Tamices o cedazos

3.2.5.1.4. Equipos para elaborar bizcocho.

- Balanza analítica
- Horno industrial
- Batidora

3.2.5.1.5. Recursos institucionales.

- Laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador

3.2.5.1.6. Materiales y equipos para determinar la fermentación cinética.

- Dispositivo medidor de distancia láser
- Horno o equipo de fermentación

3.2.5.1.7. Materiales y equipos para la determinación de humedad.

- Desecador
- Cápsulas de vidrio
- Papel secante
- Pinzas
- Estufa
- Espátula
- Termómetro
- Balanza analítica

3.2.5.1.8. Materiales y equipos para evaluar el análisis de perfil de textura.

- Bureta
- Texturómetro

3.2.5.1.9. Materiales y equipos para evaluar volumen específico.

- Probeta

- Vaso de precipitación
- Volumenómetro

3.2.5.1.10. Materiales y equipos para la determinación de fibra.

- Aparato de extracción de Soxhlet
- Fibrebags
- Mufla
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta
- Pipeta volumétrica
- Micropipeta
- Balanza analítica
- Vaso de precipitación

3.2.5.1.11. Materiales y equipos para la determinación de proteína.

- Matraz Erlenmeyer
- Bureta
- Balanza analítica
- Tubos eppendorf
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Bradford
- Espectrofotómetro

3.2.5.1.12. Materiales y equipos para la determinación de carbohidratos.

- Espectrofotómetro
- Balanza analítica
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas
- Ácido sulfúrico
- Disolución de fenol al 5% en agua
- Patrón de glucosa, de 100 mg/L

3.2.5.2. Métodos y técnicas.

3.2.5.2.1. Determinación de cinética de fermentación mediante el modelo de predicción adaptado de Gompertz.

Verdú et al. (2023) mencionaron que, la fase de fermentación se realizó en una cámara con humedad y temperatura controladas, con 37 °C y 90 % de humedad relativa (HR) durante 60 min. La cinética de crecimiento de las masas se controló mediante un dispositivo medidor de distancia láser instalado y calibrado dentro de la cámara. La altura se tomó en el centro de la masa tomando como referencia las dimensiones del molde metálico (ancho y largo de la base). El comportamiento de la masa durante la fermentación se modeló utilizando el modelo de predicción adaptado de Gompertz. La función de Gompertz fue una función de crecimiento sigmoidea no lineal desarrollada para calcular la tasa de mortalidad de microorganismos.

La ecuación es la siguiente:

$$H = \alpha * \exp(-\exp(\frac{\mu}{\alpha} * (-t) + 1)) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

H es la altura calculada

t es el tiempo dado

α es la altura real durante el proceso en un momento dado

μ es la tasa máxima de crecimiento

Lt representa el tiempo de latencia antes de comenzar el desarrollo de la masa

3.2.5.2.2. Pérdida de masa.

Así mismo Verdú et al. (2023) mencionaron que luego de la fase de fermentación se realizó el proceso de horneado. Una vez finalizada esta operación, se enfrió la muestra durante 30 min en condiciones ambiente (25 °C / 70 % HR). La pérdida de masa para cada muestra se calculó con base a la ecuación:

$$\Delta M = \frac{m_t - m_o}{m_o} * 100 \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

ΔM es la variación de masa en % en un momento dado

m_t es la masa de la muestra al final del tiempo de enfriamiento

m_o es la masa inicial de la muestra antes del horneado.

3.2.5.2.3. Determinación de humedad AOAC 968.11 modificado.

Se colocó la placa Petri en una balanza con 10 g de la muestra con espátula de metal limpia. Luego, se determinó el peso del crisol y la cubierta del plato, se anotó el peso de la muestra y se procedió a cerrar el equipo. La porción homogenizada de la muestra fue transferida dentro del equipo de horno de aire caliente a 135 °C durante 90 min. Finalmente, se retiró la muestra de la placa con la ayuda de guantes térmicos, se dejó enfriar la muestra en el desecador y se realizó el pesaje final (Franco, Vega, Reyes, De León, y Bonilla, 2014). El bizcocho horneado estuvo almacenado a una temperatura de 24 °C ± 1 °C con una humedad relativa de 36 % ± 2 %.

$$\%Humedad = \frac{P.AguaMuestra}{P.secoMuestra} * 100 \quad \text{Ec.3}$$

3.2.5.2.4. Determinación del Análisis de perfil de textura (TPA) por (AACC74- 10A).

Se evaluaron los gráficos que registraron las características temporales de las muestras durante las mediciones de la textura del alimento, se comprimió el producto tres veces para cuantificar los parámetros mecánicos de las curvas de fuerza–deformación. Se ubicó la muestra en el equipo analizador de textura para el siguiente procedimiento: se colocó una rebanada de 2 cm de diámetro, luego se comprimió hasta 3 mm en la muestra, y se realizó tres comprensiones a una velocidad de 1 mm/s inicialmente hasta el 60 % y posteriormente hasta el 80 % de su altura original. Por último, se registró las curvas de fuerza - deformación de las muestras analizadas (Alvis, Pérez, y Arrazola, 2011).

3.2.5.2.5. Determinación de volumen específico, según modificación del método 10-05 de la AACC (2000).

La medición del volumen específico se llevó a cabo usando una modificación del método 10-05 de la AACC (2000), mediante el desplazamiento de semillas. Para ello se introdujeron las semillas en una probeta; posteriormente se colocó la pieza de muestra dentro de un vaso de precipitación de capacidad de 1Lt y se vertieron las semillas hasta cubrir toda la pieza de la muestra, se procedió a retirar la muestra y se tomó el dato de volumen marcado por las semillas en el vaso, también se pesó

cada pieza de la muestra y con el volumen obtenido se calculó el volumen específico con la siguiente ecuación (Paucar, Salvador, Guillén, y Mori, 2016).

$$V = \frac{V}{m} \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

V= Volumen expresado en cm³

M= Masa expresada en peso (g).

3.2.5.2.6. Determinación de fibra, según AOAC 978.10.

Según AOAC 978.10 (2012), para la determinación de fibra se digirió la muestra sin grasa con solución de ácido sulfúrico, se lavó y nuevamente digirió con solución de hidróxido de sodio, se lavó, secó y pesó. Se calcinó hasta la destrucción de la materia orgánica. La pérdida de peso después de la calcinación fue el contenido de fibra cruda en la muestra.

3.2.5.2.7. Determinación de proteína método AOAC 920.87.

Se determinó el porcentaje de proteína preparando una solución de 5 mL de ácido sulfúrico y colocando un gramo de muestra, luego se coloca 9 mL de agua destilada y se toma 1 mL de la solución de ácido sulfúrico anterior, posterior a esto se coloca 1 mL de Bradford en tubos eppendorf y 300 microlitros de las muestras y se procede a leer resultados mediante el espectrofotómetro (AOAC, 2012).

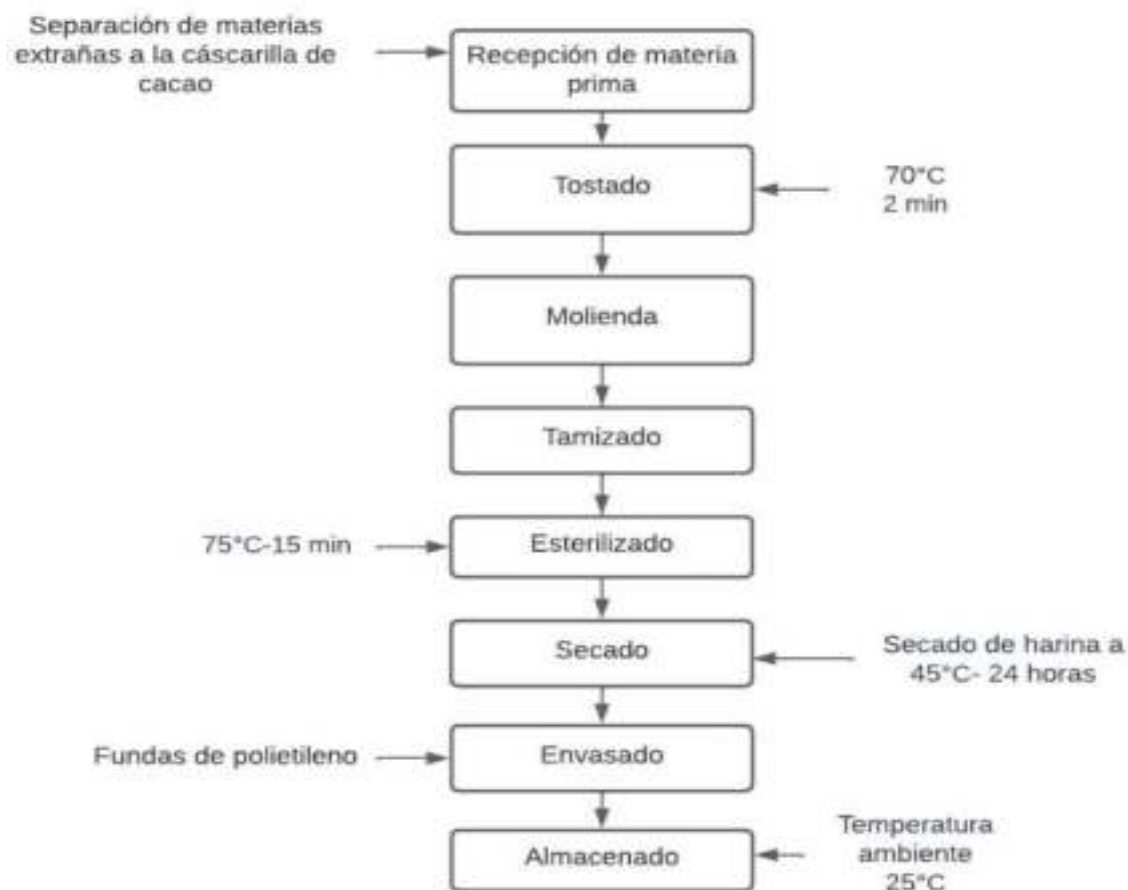
3.2.5.2.8. Determinación de carbohidratos AOAC 974.06.

Se pesó 1 gramo de muestra, luego se colocó 10 mL de agua destilada y se procedió a agitar las muestras. Minutos después se procedió a colocar 2 mL del producto agitado en nuevos tubos de ensayo, posterior a esto se colocó 1 mL de fenol y 3 mL de ácido sulfúrico, luego de unos minutos se procedió a leer los resultados mediante el espectrofotómetro (Rodríguez y De Hernández, 2006).

3.2.5.2.9. Obtención de harina de cascarilla de cacao.

Figura 1

Diagrama de flujo de flujo para la obtención de harina de cascarilla de cacao.



Elaborado por: La Autora, 2024.

3.2.5.2.10. Descripción del proceso para la obtención de harina de cascarilla de cacao.

Recepción de la materia prima: para ello se separó aquella que no cumplió con los requisitos o que estaban en mal estado, así mismo, se separó las materias extrañas que se encontraron en la cascarilla.

Tostado: luego de ser seleccionada la materia prima fue sometida a un proceso térmico, se colocó en un sartén a 70 °C por 2 minutos, con el fin de ablandar la cáscara y eliminar agentes extraños a la cascarilla de cacao.

Molienda: se realizó una disminución de tamaño, utilizando una licuadora para lograr triturar la cascarilla y obtener la harina.

Tamizado: su finalidad fue separar las partículas más pequeñas e impurezas que se presentaron después de la molienda y las que no cumplieron con un tamaño de 0,5 mm, fueron nuevamente procesadas para aprovechar de mejor manera la materia prima.

Esterilizado: el proceso consistió en elevar la temperatura a 75 °C durante 15 minutos para lograr eliminar microorganismos patógenos y otros posibles contaminantes presentes en la harina.

Secado: se colocó la harina de cascarilla en un recipiente envuelto con papel aluminio, a fin de retirar humedad a una temperatura de 45 °C, durante un periodo de 24 horas.

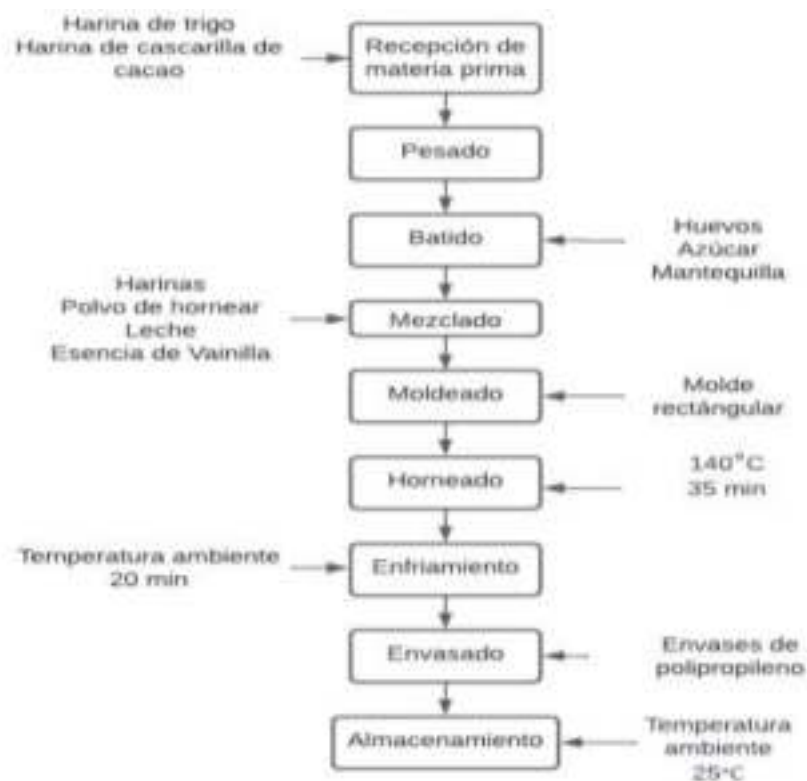
Envasado: la harina de cascarilla de cacao se envasó al vacío en bolsas de polietileno.

Almacenado: el producto terminado se almacenó en condiciones adecuadas, en un ambiente fresco y ventilado a 25 °C.

3.2.5.2.11. Obtención de bizcocho

Figura 2

Diagrama de flujo para la elaboración de bizcocho.



Elaborado por: La Autora, 2024.

3.2.5.2.12. Descripción del proceso de elaboración de bizcocho a base de harinas de trigo y de cascarilla de cacao.

Recepción de la materia prima: la recepción de los diferentes insumos como: harina de trigo, harina de cascarilla de cacao, huevos, polvo de hornear, azúcar, etc.

Pesado: Los insumos fueron pesados en una balanza digital, con las cantidades establecidas en cada una de las formulaciones del producto propuesto.

Batido: Los huevos fueron batidos para alcanzar el punto nieve en muchos casos el batido llega a alcanzar hasta tres veces su volumen original con la finalidad de obtener un estado y textura homogénea que obtuvo un buen producto, luego se batió la mantequilla y azúcar paulatinamente hasta alcanzar la estabilidad deseada.

Mezclado: se mezcló en un recipiente las materias primas (harina de trigo y de cascarilla de cacao) y demás ingredientes, para que sea una masa homogénea.

Moldeado: en esta etapa se colocó la masa en un molde rectangular.

Horneado: se colocó el bowl en el horno a 140°C por 35 minutos.

Enfriamiento: se ubicó al producto en un lugar fresco y seco durante 20 minutos para proceder con la siguiente etapa.

Envasado: se envasó en polipropileno, para conseguir una conservación e higiene durante su almacenamiento.

Almacenamiento: se almacenó en condiciones adecuadas (refrigeración).

3.2.5.2.13. Análisis de vida útil.

Los tratamientos fueron enviados a un laboratorio certificado para su respectivo análisis en cuanto a humedad, perfil de textura y volumen específico, los cuales fueron evaluados a los 0, 5, 9 y 12 días (Ver Anexos N° 15-24)

3.2.6 Análisis estadístico

En el presente trabajo, se utilizó el análisis de Kruskal Wallis por medio de un DCA para los tres tratamientos formulados (5 %, 10 %, 15 %). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para hallar la normalidad en la cinética de fermentación. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 6.***Análisis de varianza para el diseño completamente al azar.***

Fuente de varianza	Grados de Libertad (n-1)
Tratamientos (t-1)	(4-1) = 3
Error (N-T)	(8-4) = 4
Total (N-1)	(8-1) = 7

Elaborado por: La Autora, 2024.

H0: La sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de bizcocho no influyó en ninguno de los tratamientos sobre las características físico-químicas y la vida útil del producto terminado.

H1: La sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de bizcocho influyó en al menos uno de los tratamientos sobre las características físico-químicas y la vida útil del producto terminado.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de la cinética de fermentación en la masa cruda bajo cuatro tratamientos, incluyendo un testigo, durante un período de 60 minutos, utilizando un modelo adaptado de Gompertz.

Para obtener los resultados del primer objetivo planteado fue necesario analizar la masa cruda de los cuatro tratamientos T0, T1, T2 y T3 con dos repeticiones cada uno mediante el modelo de Gompertz así como la fase de horneado, este proceso duró 60 minutos (1 hora) con una temperatura de 70 °C en un horno microondas donde cada 5 minutos se registró la cantidad de crecimiento de la masa cruda para luego calcular los resultados finales los cuales se observan en la tabla 7.

Tabla 7.

Resultados de la cinética de fermentación en masa cruda de bizcocho.

Fase de fermentación				
Sustitución (% d.b)	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
H _{máx} (cm)	2,50±0,33 ^a	2,55±0,49 ^a	1,89±0,66 ^b	1,66±0,37 ^b
V _H (cm/min)	0,46±0,00 ^a	0,38±0,0 ^{ab}	0,22±0,0 ^b	0,18±0,0 ^b
L _{T H} (min)	6,60±1,87 ^a	4,38±1,87 ^a	1,67±1,87 ^b	1,87±1,87 ^b
Fase de hor- neado ΔM (%)	20,0 ^a	20,0 ^a	17,0 ^b	16,0 ^b

Notas: d.b: base seca; fase de fermentación: H_{máx}: altura máxima (60 minutos), V_H: tasa de crecimiento máxima; L_{T H}: tiempo de latencia antes del desarrollo de la masa. Fase de horneado: ΔM: incremento de la masa al final de temperado del bizcocho. Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (p<0,05).

Elaborado por: La Autora, 2024.

En la tabla 7 se presentan los resultados de la fase fermentativa, donde se observa que el tratamiento testigo (T0) mostró un rendimiento superior en las características de fermentación. Sin embargo, el tratamiento T1 alcanzó una altura

de 2,55 cm, ligeramente superior a los 2,50 cm del T0. En cuanto a la fase de fermentación, T1 presentó una tasa de 0,38 cm/min inferior a la de T0. El tiempo de latencia registrado fue de 4,38 minutos, y el incremento de la masa horneada fue del 0,38 %. Estos resultados sugieren que el T1 logró valores comparables a los del tratamiento T0, lo que indica una clara viabilidad para su aplicación futura (Ver Anexo N° 5).

El Diseño Completamente al Azar, junto con un análisis de Kruskal Walls, permitió establecer las condiciones de operación y evaluar diferentes factores como la temperatura, el pH y la concentración de ingredientes, afectan el crecimiento de microorganismos, principalmente levaduras y bacterias. A través de la ecuación de Gompertz, se obtuvieron los resultados de la siguiente manera:

$$H = \alpha * \exp(-\exp(\frac{\mu}{\alpha} * (-t) + 1)) \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

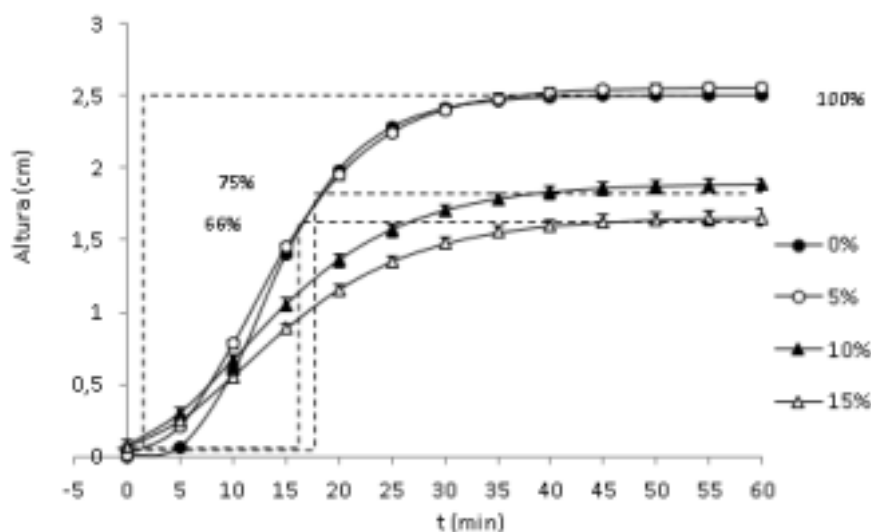
α : máxima altura de la masa (centímetros)

μ : máxima tasa de crecimiento

T_{lag} : tiempo de latencia (segundos)

Figura 7.

Cinética de evolución de la altura de la masa durante el tiempo de fermentación



Elaborado por: La Autora, 2024.

En la Figura 7 se puede visualizar el crecimiento de la masa horneada en función del tiempo para los cada uno de los tratamientos evaluados. Las líneas continuas representan el porcentaje de crecimiento mientras que los símbolos identifican los tratamientos evaluados, correspondientes a 0 %, 5 %, 10 % y 15 % de adición, respectivamente. Estos resultados permiten comparar el efecto de cada tratamiento en el crecimiento de la masa horneada e identificar los patrones y diferencias significativas entre ellos.

4.2 Determinación del comportamiento de la masa cruda mediante la evaluación de parámetros físicos como dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad, así como de los parámetros físico-químicos en la masa horneada, que incluyen humedad, TPA (dureza) y volumen específico.

4.2.1 Determinación de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en la masa cruda

Según los resultados hallados de los parámetros físicos en la masa cruda el tratamiento con menor elasticidad (9,13 mm) fue el T3 que contiene 15 % de harina de cascarilla de cacao, esto significa que presentó una textura más firme en comparación a los demás, lo cual contribuye a que tenga una mejor presentación para el consumidor, mientras que el T2 (10 %) se encuentra con un promedio de 9,16 mm, luego se encuentra el T1 (5 %) con 9,62 mm y por último el tratamiento testigo con 10,55 mm; el otro parámetro analizado fue la resiliencia que según Cobo, Quiroz y Santacruz (2013) le confiere al bizcocho la característica de ser más esponjoso y suave al tacto mientras mayor sea su resultado, en este sentido el mejor tratamiento fue el de T1 (5 %) con 0,072; el tratamiento testigo con 0,062; T2 (10 %) fue de 0,049 y por último el T3 (15 %) con 0,048; mientras que la característica de adhesividad a medida que ésta sea mayor el bizcocho será más suave y húmedo tal como señala Jaramillo (2023), lo que significó que su masa se mantuvo unida durante el proceso de horneado, siguiendo esta premisa, el mejor tratamiento fue el T3 (15 %) con 1,19 mJ; el T2 (10 %) con 1,15 mJ, tanto el testigo como el T1 (5 %) con 0,0 siendo los de menor valor; por último se evaluó la dureza, una de las características más importantes en la elaboración de bizcochos según indican Holguín y Vélez (2020) debido a que se relaciona tanto con su suavidad y flexibilidad al morderlo, para los consumidores un bizcocho con menor dureza es

más deseable, por consiguiente el tratamiento testigo tuvo un valor inferior con 0,24 N, seguido del T1 (5 %) con 0,27 N; T2 (10 %) con 0,42 N y T3 (15 %) fue de 0,42 N, por lo que se concluyó que el T3 (15 %) obtuvo mejores resultados en dos parámetros que fueron la dureza y adhesividad, mientras que para resiliencia y elasticidad fue el T1 (5 %); sin embargo, para esta última las diferencias entre los valores de cada tratamiento no fueron tan distantes. Por lo tanto, es posible que los demás factores sean importantes para considerar al mejor tratamiento, que en este caso es el T3 (Ver Anexo N° 6, 7, 8, 9).

Tabla 8.

Resultados de los parámetros físicos realizados en los 4 tratamientos a la masa cruda.

Parámetros	Tratamientos			
	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15 %)
Dureza (N)	0,24a	0,27a	0,42b	0,48b
Adhesividad (mJ)	0,00a	0,00a	1,15a	1,19a
Resiliencia	0,062a	0,0725a	0,0495a	0,048a
Elasticidad (mm)	10,55a	9,625a	9,16a	9,13a

Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborado por: La Autora, 2024.

4.2.2 Determinación de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada

En cuanto al parámetro humedad, se consideraron los resultados obtenidos en el día cero puesto que fueron evaluados el mismo día que salieron horneados los bizcochos. A continuación, en la tabla 9 se muestran los rangos promedios obtenidos, teniendo al tratamiento T2 como el mejor debido a que su contenido de humedad fue mayor con 37,92 %, seguido del tratamiento testigo con 36,29 %, el tratamiento T1 con 35,29 % y finalmente el tratamiento T3 con 35,21(Ver Anexo N° 10 - 21).

Tabla 9.**Resultados de parámetros físico-químicos en la masa horneada.**

Parámetro	TRATAMIENTOS			
	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Humedad (%)	36,29a	35,29a	37,92a	35,21a
TPA – dureza (N)	14,61a	11,75a	20,02a	20,64a
Volumen específico (ml/g)	1,85a	0,90a	1,27a	1,16a
Elasticidad (mm)	8,85b	8,17ab	7,54a	8,29ab
Índice de elasticidad (N/m ²)	0,88a	0,82a	0,75a	0,83a
Gomosidad (g)	964,33a	766,33a	1065,33a	1403,33a
Masticabilidad (g*mm)	8531,66a	6296,0a	8135,0a	11570a

Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborado por: La Autora, 2024.

En el volumen específico se observa una diferencia significativa en los valores promedios de las muestras. Según Jiménez, Margalef y Marrupe (2017), a mayor valor de volumen específico, mejor será la textura de la masa, es decir, será más esponjosa. Partiendo de lo anterior, el mejor tratamiento fue el testigo con 1,85 mL/g; sin embargo, el tratamiento T2 también mostró un buen desempeño con un volumen específico de 1,27 mL/g, lo que indica que también contribuyó a una textura esponjosa; a continuación, se encuentra el tratamiento T3 con 1,16 mL/g y por último el tratamiento T1, que presentó el menor volumen específico de 0,90 mL/g. Estos resultados sugieren que, aunque el tratamiento testigo es el que mejor textura presenta, el tratamiento T2 también es notablemente efectivo, superando a los tratamientos T3 y T1 en cuanto a esponjosidad y calidad del bizcocho (Ver Anexo N° 22 - 25).

Respecto a los resultados obtenidos en la TPA (análisis de textura), se consideraron varios aspectos para determinar el mejor tratamiento. En términos de dureza, el tratamiento testigo (T0) se destaca como el mejor con un resultado de 14,61 N, que es menor que los demás tratamientos, lo que indica que este bizcocho

es menos rígido y presenta una textura más suave. Por otro lado, el tratamiento T3 muestra un valor de 20,64 N, el más alto entre todos los tratamientos, lo que sugiere que tiene una mayor densidad. Esto podría ser un indicativo de que el bizcocho es más húmedo puesto que contiene un mayor porcentaje de harina de cascarilla de cacao. Sin embargo, es importante señalar que esta característica no siempre es positiva, ya que un bizcocho demasiado denso puede resultar desagradable para el consumidor. Según Ortiz (2022), la vida útil del producto dependerá de las condiciones de almacenamiento, temperatura y, especialmente, de la humedad, que es la característica más crucial para preservar la calidad del alimento, por tanto, el mejor tratamiento para este parámetro es T1 (Ver Anexo N° 26).

Se evaluaron también otros parámetros que, aunque no respondían directamente al objetivo principal, son fundamentales para el desarrollo de un bizcocho, estos incluyen elasticidad, índice de elasticidad, gomosidad y masticabilidad, características que facilitan la masticación y contribuyen a una textura más agradable y deseable al consumirlo. En todos los resultados, el tratamiento testigo mostró el mejor desempeño, con valores altos en comparación con los demás, como se detalla en la tabla 9. Sin embargo, el tratamiento T3 obtuvo resultados que se acercan significativamente a los del testigo, lo que sugiere considerar a este tratamiento como adecuado para la elaboración del bizcocho. Esta cercanía en los resultados indica que T3 podría ser una alternativa viable, ofreciendo una textura y características sensoriales que satisfacen las expectativas del consumidor, lo que lo convierte en el tratamiento a considerar en futuras formulaciones.

4.3 Evaluación de los parámetros nutricionales (fibra, proteína y carbohidratos) y de la vida útil de los bizcochos en diferentes intervalos (0, 5, 9, 12 días) analizando las variaciones en los parámetros calculados, como humedad, TPA (dureza), después de la fase de horneado.

Para determinar la vida útil del bizcocho se analizaron cinco parámetros, tres nutricionales: fibra, proteína y carbohidratos, en el día 0 luego de ser horneado y otros parámetros como humedad y TPA (dureza) durante 12 días; sin embargo, no fue posible analizar durante este período establecido puesto que a partir del día 11

el producto comenzó a presentar presencia de moho (Ver Anexo N° 27) alterando su coloración, forma y produciéndose olores no agradables.

4.3.1 Resultados de análisis nutricionales (fibra, proteína y carbohidratos)

Para los resultados de proteína el tratamiento T2 se muestra como el mejor con 1,49 % concentración de proteínas (Ver Anexo N° 28), seguido del T3 con 1,08 %, y por último T0 con 0,88 % los tres tratamientos se encuentran por encima de lo requerido en la norma INEN 616 (mínimo 0,8 % para pastelería y galletas), el T1 fue el único tratamiento que no se encuentra dentro de los rangos establecidos. Mientras que para los resultados de carbohidratos de acuerdo a la Revista Bitácora Académica (2021) el bizcocho debe alcanzar una concentración de 64,30 gramos; en este sentido, el tratamiento T2 se aproximó más a esta referencia obteniendo 33 gramos, seguido por el T3 que obtuvo 27,20 gramos, luego el T1 con 23,20 gramos y finalmente el tratamiento testigo con 13,90 gramos. En cuanto a la fibra evaluada el T1 y T2 estuvo acorde a la norma NTE INEN 1334-2:2014 que indica que el contenido de fibra debe ser menor o igual a 1,25 gramos, mientras el T3 estuvo por encima del rango promedio esto puede deberse al porcentaje elevado de harina de cascarilla de cacao adicionado (15 %), para Noreña (2022) este porcentaje es elevado, debido al gran contenido de fibra en las cascarillas de cacao (Ver Anexo N° 29 y 30).

Tabla 10.

Resultados de parámetros nutricionales en la masa horneada.

Parámetros	Tratamientos			
	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Fibra (g)	0,0a	1,0ab	1,09ab	1,66b
Proteína (%)	0,88a	0,35a	1,49a	1,08a
Carbohidratos (g)	13,90a	23,20b	33,0c	27,20bc

Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

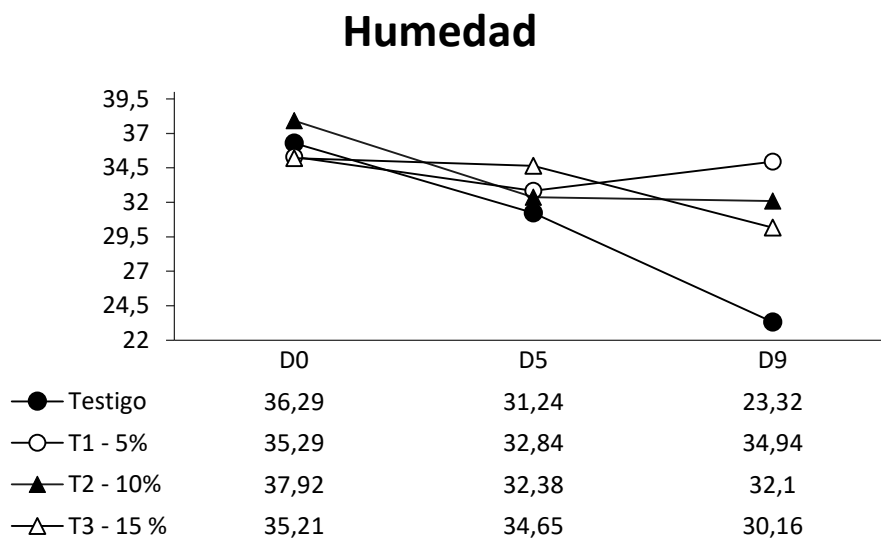
Elaborado por: La Autora, 2024.

Por otro lado, los resultados de humedad, característica que le da una mayor jugosidad evitando que se seque el bizcocho para obtener una textura suave (Quineche y Paucar, 2023), por lo que entre mayor sea su resultado, mejor será el

tratamiento. En el día 0 de muestreo el T2 (10 %) fue de 37,92 % superior a los otros 3 tratamientos, a pesar de esto no mostró una textura más suave (22,13 N) esto se debe a la presencia de otros compuestos en la formulación, por otro lado, el tratamiento T1 presentó una humedad moderada (35,29 g) que contribuye a que el bizcocho obtenga una textura blanda. En el día 5 se observa un descenso en la humedad en todos los tratamientos, pero estos resultados no se tradujeron a una mejor textura, ya que el tratamiento T3 presentó la textura más dura (50,49 N), mientras que, el T2 mostró la textura más suave (23,55 N) a pesar de tener una humedad menor (32,84 g), esto se debe a que mientras las partículas de la cascarilla de cacao sean más pequeñas pueden hacer que sea más suave y esponjoso. Finalmente, en el día 9, se observa una disminución significativa en la humedad en todos los tratamientos, excepto en el T1, que mostró un aumento (34,94 g), este aumento no produjo una mejor textura, ya que el T1 presentó una textura más dura (13,10 N). Por otro lado, el T2 mostró la textura más suave (5,79 N), a pesar de tener una humedad mayor (32,10 g), esto se debe al porcentaje adicionado de cascarilla puesto que un porcentaje alto de adición hace que el bizcocho sea más denso y duro mientras que un porcentaje más bajo hace que sea más suave, por esta razón la adición del T2 (10 %) fue la más óptima en relación a la humedad y textura.

Figura 8.

Relación de la humedad en los días 0, 5 y 9 de la fase de horneado



Nota: Los valores de las líneas indican los niveles de humedad de todos los tratamientos

Elaborado por: La Autora, 2024.

Tabla 11.

Resultados de humedad en los días 0,5 y 9 de los 4 tratamientos.

Humedad (%)	Formulaciones			
	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Día 0	36,29a	35,29a	37,93a	35,21a
Día 5	31,24a	32,84a	32,38a	34,66a
Día 9	23,32a	34,94c	32,10bc	30,16b

Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborado por: La Autora, 2024.

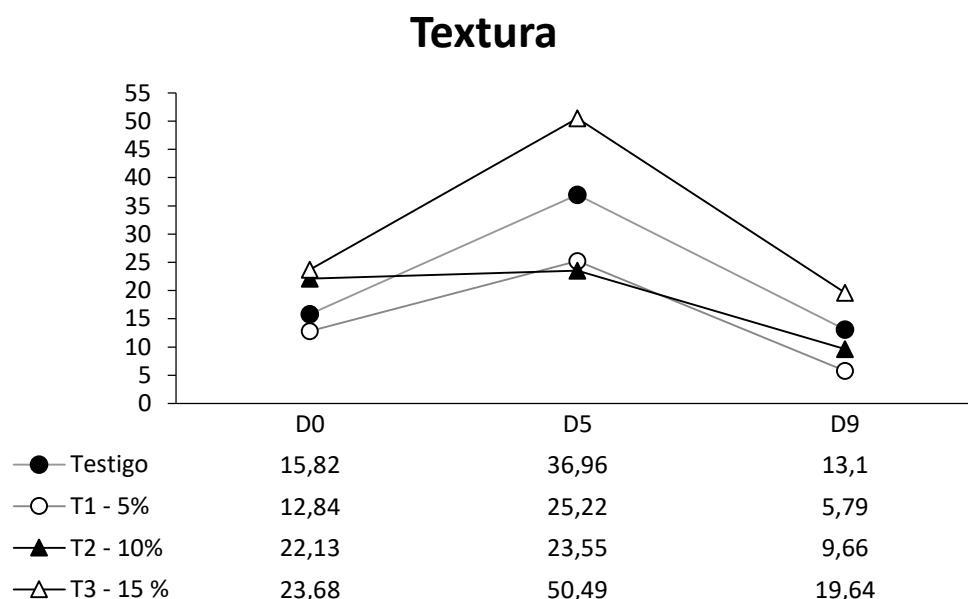
La evaluación de la dureza mediante los resultados de TPA fue fundamental, ya que esta característica es la más importante al analizar bizcochos, influyendo directamente en su textura, aceptabilidad y vida útil. La dureza mide la resistencia que ofrece el bizcocho al ser mordido, lo que determina si es crujiente, suave o excesivamente duro, factores cruciales en la experiencia del consumidor.

En cuanto a la vida útil, la dureza puede reflejar la frescura del bizcocho en vista que, con el tiempo los bizcochos tienden a endurecerse o ablandarse en

exceso, lo que indica la pérdida de calidad del producto. Por eso, monitorear este aspecto permite detectar cambios en la textura asociados a la degradación del producto, garantizando que se mantenga en condiciones óptimas para el consumo. En este estudio, el tratamiento T1 fue el que mejor conservó la dureza ideal del bizcocho.

Figura 9.

Relación de la textura en los días 0, 5 y 9 de la fase de horneado



Nota: Los valores de las líneas indican los niveles de textura de todos los tratamientos

Elaborado por: La Autora, 2024.

Tabla 12.

Resultados de dureza en los días 0,5 y 9 de los 4 tratamientos

TPA - dureza (N)	Formulaciones			
	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Día 0	15,82a	12,84a	22,13a	23,68a
Día 5	36,96a	25,22a	23,55a	50,49a
Día 9	13,10a	23,55a	9,66a	19,64a

Letras distintas en las mismas filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborado por: La Autora, 2024.

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación se elaboró un bizcocho a base de harina de cascarilla de cacao adicionada en un 5 %, 10 % y 15 % además del tratamiento testigo (sin harina de cascarilla de cacao). Luego de elaborar la masa para el bizcocho se analizó su cinética de fermentación mediante el modelo de Gompertz, el cual es ampliamente utilizado para describir la fermentación de masas de panadería (Torvalva y Rodas, 2015). Según Verdú et al. (2023), el modelo de Gompertz es particularmente útil para modelar la fermentación de masas con altos niveles de azúcares y grasas, como es el caso del bizcocho, además permite conocer la tasa máxima, el tiempo y capacidad de fermentación para entender mejor su cinética. Los resultados obtenidos mostraron que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao afectó la altura máxima alcanzada por el bizcocho ($H_{m\acute{a}x}$).

El tratamiento testigo alcanzó una altura máxima de 2,50 cm, similar a lo reportado por Ortiz (2022) que obtuvo una altura de 2,60 cm para un pastel de harina de garbanzo; sin embargo, estos resultados difieren con lo reportado por Bedón (2020) que reportó una altura máxima de 3,20 cm para una torta elaborada con harina de amaranto. Se concuerda con el estudio de Burgos et al. (2020) que obtuvo una altura de 2,30 cm para un bizcocho elaborado con 5 % de harina de cacao, estos resultados pueden deberse a la gran cantidad de fibra y proteínas presentes en la harina de cascarilla, que también es mencionado por El Salous y Pascual (2018) que al aumentar la adición del porcentaje de harina de cacao afecta la actividad de las enzimas y estructura del gluten lo que produce la disminución en la calidad de los productos de panadería.

En este sentido, la tasa de crecimiento máximo (VH) se redujo significativamente con el aumento del porcentaje de harina de cascarilla de cacao, esto ya señalado por Flórez y Velásquez (2022). El tratamiento testigo presentó un VH mayor a los demás con 0,46 cm/min de crecimiento, esto se debe según explica Jaramillo (2023) a que la harina de trigo presenta una mayor disponibilidad de azúcares fermentables que otras harinas, incluida la de cascarilla, a su vez posee una estructura de gluten más fuerte; sin embargo, el tratamiento 1 (5 % de sustitución) presentó un VH de 0,38 cm/min, valor aproximado al tratamiento testigo, similar a los encontrado por Amaro, Chicana, Cosme, Junco y Valverde

(2022) quienes hallaron un VH de 0,40 cm/min para un bizcocho con adición del 5 % de cacao.

En relación a esto, se determinó el tiempo de latencia antes del desarrollo de la masa (LT H), que es uno de los parámetros más importantes debido a que indica la velocidad de inicio de la fermentación (Noor, Sunan, y Fan, 2022). Los resultados presentaron, que el tratamiento testigo presentó una latencia de 6,60 minutos, similar a lo encontrado por Noreña (2022) quien reportó una latencia de 6,40 minutos en un pan enriquecido con harina de trigo convencional, algunos autores sugieren que la harina de trigo contiene inhibidores naturales de la fermentación, como las pentosanas, que retrasan la actividad de la levadura y aumentan el tiempo de latencia (Chipantiza, 2022), esto contrasta con la harina de cascarilla de cacao que contiene más compuestos para estimular la actividad de la levadura como polifenoles y ácidos grasos, reduciendo su tiempo de latencia (Padilla, 2023).

Sin embargo, la adición de 5 % de harina de cascarilla de cacao (tratamiento 1) se redujo el tiempo de latencia a 4,38 minutos, consistente con los hallazgos de Padilla (2023) que encontró que la adición de harina de cascarilla reduce el tiempo de latencia en la fermentación de masas de panadería, por lo que se sugiere que la adición de 5 % de harina de cascarilla puede ser una buena opción para reducir el tiempo de latencia sin afectar negativamente la calidad del bizcocho.

En cuanto a la fase de horneado calculada, se evidencia que tanto el tratamiento testigo como el tratamiento 1 presentan una pérdida de masa del 20 % durante la fase de horneado, valor relativamente alto según sugiere Segovia (2014), estos valores indican que tanto la harina de trigo como la harina de cascarilla tienen una mayor tendencia a perder masa durante el horneado; sin embargo, la adición de mayores porcentajes de harina de cascarilla redujo la pérdida de masa a 17 % (tratamiento 2) y 16 % (tratamiento 3), similar a lo hallado por Noreña (2022) que indican que la adición de harina de cacao reduce la pérdida de masa durante la fase de horneado.

Las características de dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad, humedad y volumen específico son fundamentales para ser analizadas tanto en la masa cruda como en la masa horneada de la elaboración del bizcocho debido a que influyen directamente en la calidad y textura del producto final (Bedón, 2020).

Corti (2011) señala que en términos generales, la dureza para la masa cruda destinada a la elaboración de bizcochos depende de los ingredientes utilizados, en este caso, los residuos de soja okara, la dureza hallada fue entre 0,25 N y 0,45 N garantizando una textura esponjosa en el producto final, parecido a los valores encontrados en T3 que fue de 0,48 N por lo que se encontraría como una harina apta para hornear. Se determinó el valor de la adhesividad que fue de 1,19 mJ para el mejor tratamiento esto coincidió con lo reportado por Mohd, Sulaiman, Abdul, Ariffin (2020) en la masa para galletas, encontró que la energía de adhesión varió entre 0,05 a 0,15 mJ, los resultados van a variar dependiendo del tipo de harina utilizada, el contenido de agua, tiempo de mezcla, temperatura, entre otros.

En cuanto a la resiliencia, el estudio de Barroso, et al. (2015) destacan que la harina de cacao contiene compuestos fenólicos que pueden mejorar la estructura y elasticidad de la masa, mejora la humedad en la masa y reduce la absorción de agua, es decir, existe una mayor resiliencia se halló entre $0,35 \pm 0,03$ (índice de resiliencia) aunque este valor es muy superior al hallado en esta investigación ($M1=0,07$) puede deberse a que se usó más del 30 % de harina de cacao por lo que la concentración de cacao era cerca del 25 – 30 %, también la harina fue elaborada de la pulpa y no de la cascarilla como en este caso. La elasticidad se ve reducida por la adición de harina de cacao debido a compuestos como la cantidad de fibra, ácidos grasos, alcaloides según Burgos, Alcívar, Suárez y Zambrano (2020) pero para Ordoñez, Vera y Tigselema (2019) la elasticidad no es una característica indispensables al seleccionar el mejor tratamiento porque se deben considerar otros factores como la textura, el sabor y la apariencia, como en el estudio de que la elasticidad fue de $12,5 \pm 1,2$ mm, cercano al valor del tratamiento testigo 10,55 mm.

Los resultados de Tumbaco (2022), en su investigación con harina de zanahoria tradicional y zanahoria blanca para elaborar pan realizó un análisis de humedad también a la masa cruda; el T1 obtuvo 40 % de humedad cercano al hallado en la investigación para T2 con 37,92 %.

Alvis, Pérez y Arrazola (2011) realizaron un estudio sobre las propiedades físicas y viscoelásticas de panes con mezclas de harinas de trigo y arroz integral donde los resultados de dureza luego de 1 hora de enfriamiento oscilaron entre 4,0 a 11,0 N, considerándolo como un pan con una firmeza superior a la del pan con 100 % de trigo puesto que este pan obtuvo el menor resultado de todos ($d=3,92$ N),

por lo que recomiendan el uso de enzimas ya que producen un incremento en el volumen específico y reducen la firmeza, en el estudio de Peña, Ramírez, Morales y Cortés (2023) la sustitución fue con harina de almendra con una dureza de $11,1 \pm 0,7$ N por lo que la consideraron harina con textura fina y suave, cabe señalar, que presenta un alto contenido de grasa respecto a la de trigo, afectando al producto final, lo que puede hacer es que el producto sea más tierno, pero también aumentar la dureza debido a la formación de una red de grasa resistente, a diferencia de este estudio fue añadida en un 30 %. Noreña (2022) sustituyó la harina de trigo por harina de cacao en un 20 % para la elaboración de panes obteniendo una dureza de $14,2 \pm 1,0$ N, concluyeron que la harina mejoró la calidad nutricional sin afectar la textura y sabor, pero la dureza fue ligeramente mayor en comparación con el pan producido solamente con harina de trigo con una dureza de $12,4 \pm 0,8$ N.

En el presente proyecto se realizó un análisis de dureza a la masa horneada como valor máximo fue T3 con 20,64 N y como valor más bajo fue para T1 con 11,75.

El volumen específico es una característica importante porque indica la capacidad de la harina para retener gases y producir un volumen deseado en los bizcochos (Sandoval, 2020), algunos estudios como el de Lara, Amat, Rubio, Baviera, Meló y Peñuelas (2017) reemplazó la harina de trigo por harina de avena en un 40 % y el volumen específico fue de $2,4 \pm 0,1$ mL/g menor al pan obtenido solamente con harina de trigo con resultado de $2,8 \pm 0,1$ mL/g, debido a que sus partículas son más pequeñas que la harina de trigo, ocupando menos espacio por unidad de masa. Mientras que para Noreña (2022) al adicionar el 15 % de cascarilla de cacao se redujo el volumen específico a 2,5 mL/g diferente al pan elaborado sólo con harina de trigo 3,5 mL/g, debido a la mayor densidad de la cascarilla respecto a la harina de trigo.

Los resultados de la investigación no coinciden con los reportados en estos estudios, aunque el tratamiento testigo fue mejor en este sentido.

La evaluación de los parámetros nutricionales revela que el tratamiento 2 (10 % de harina de cascarilla de cacao) presentó los mejores resultados en términos de contenido de proteína (1,49 %), carbohidratos (33 gramos) y fibra (1 gramo), significativamente mayores al tratamiento testigo, estos resultados están en línea con otros autores, que reportaron que la adición de harina de cacao aumenta el

contenido de proteína, carbohidratos y fibra en productos de panadería (Guerrero, Suárez y Orozco, 2017; Noreña, 2022; Padilla, 2023).

Cabe señalar, que el porcentaje de adición de cascarilla de cacao (10 %) es menor que la utilizada en estos estudios (20-30 %), lo que concluye que aún con un porcentaje menor de harina, se pueden obtener mejoras significativas en el perfil nutricional. Asimismo, la evaluación de la humedad en los bizcochos mostró que cada día hubo un tratamiento que presentó la mejor humedad; para ello, es importante destacar que la humedad también afecta la vida útil del bizcocho, según describe Ortiz (2022) que un bizcocho con una humedad alta es más susceptible a la contaminación microbiana, por lo tanto, tendrá una vida útil más corta.

En este sentido, el tratamiento 3 presentó la humedad más baja en el día 0 de 35,21 gramos, pero su humedad fue disminuyendo de forma lenta en los días siguientes hasta llegar al día 9 con 30,16 gramos, en el día 9 el tratamiento testigo fue el de menor humedad con 23,32 gramos, ambos tratamientos coinciden con los rangos sugeridos por Jiménez, Margalef y Marrupe (2017) entre 25-30 gramos de humedad para bizcochos óptimos con textura suave y fresca. Por otra parte, el análisis de la dureza en los bizcochos mostró que el tratamiento 1 fue el más suave en los días 0 y 9, con valores de 12,84 N y 5,79 N, respectivamente, esto indica que el tratamiento 1 produce una textura más suave y menos densa en comparación con los otros tratamientos, para Quineche y Paucar (2023) la dureza es un parámetro importante en la evaluación de la calidad de los bizcochos, ya que afecta a la aceptación final del consumidor, en general, la preferencia es una textura suave y fresca en los bizcochos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La investigación demuestra que la sustitución de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao afecta significativamente las propiedades del bizcocho. La adición del 5 % de harina de cascarilla (tratamiento 1) mejoró la calidad del bizcocho, obteniendo una altura máxima mayor que la del tratamiento testigo, reduciendo el tiempo de latencia y la pérdida de masa durante el horneado, mejorando la tasa de crecimiento máximo. Sin embargo, el adicionar más del 5 % de harina de cascarilla (10 % y 15 % respectivamente) no mejoró significativamente la calidad del bizcocho. Por lo tanto, se debe utilizar una adición del 5 % para obtener mejores resultados en cuanto a la cinética de fermentación del bizcocho, puesto que esta harina mejoraría la calidad de los productos de panadería.

En conclusión, para la evaluación de los parámetros físicos en la masa cruda, se halló que el tratamiento 3 (adición del 15 % de harina de cascarilla de cacao) presentó los mejores resultados en términos de adhesividad, resiliencia y elasticidad así mismo para los parámetros físico-químicos en la masa horneada, el tratamiento 3 también presentó los mejores resultados en términos de humedad, volumen específico y textura. Esto indica que la adición de más del 15 % de harina de cascarilla de cacao mejora la cohesión y flexibilidad, así como las propiedades físico-químicas tanto en la masa cruda como en la horneada, que es beneficioso para la producción de bizcochos de alta calidad.

El tratamiento 2 (10 % de adición) presentó los mejores resultados en cuanto al contenido de proteínas, carbohidratos y fibra, es decir, que, para mejorar el perfil nutricional de un bizcocho, se deberá adicionar un porcentaje mayor o igual al 10 % de harina de cascarilla de cacao. Mientras que la humedad y dureza fue mejor en el tratamiento 1 (5 % de adición) con los valores más estables, considerándolo como el más adecuado para producir bizcochos con textura suave y humedad estable. La vida útil de los bizcochos fue menor a 11 días, puesto que en el día 11 se observó presencia de moho y olores extraños principalmente y en mayor cantidad en el tratamiento 3 (15 % adición) y en los demás tratamientos también se observó moho, pero en menor cantidad debido a la ausencia de preservantes en la formulación lo que limitó la vida útil del producto.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar un pretratamiento de la cascarilla de cacao antes de convertirla en harina, este podría ser un lavado de hipoclorito de sodio y un secado a altas temperaturas para eliminar microorganismos o esporas que puedan estar presentes en la superficie de la cascarilla.

Es recomendable que en próximos estudios se analice la correlación de la influencia de cada tratamiento en la producción de gas y textura de la masa cruda, porque esto permite establecer un vínculo entre los tratamientos aplicados y los resultados obtenidos para mayor comprensión de la efectividad de cada uno, además de considerar la posibilidad de utilizar la cascarilla de cacao en otros productos de panadería, como panes y pasteles, para evaluar su efectividad en diferentes aplicaciones.

Se recomienda establecer nuevas formulaciones, tomando en cuenta los mejores resultados obtenidos en cada característica fisicoquímica tanto en masa cruda como horneada, para que el tratamiento pueda tener mejores resultados en todos los aspectos.

Es recomendable estudiar las características de dureza y humedad a lo largo de los días que se analice el producto, puesto que no sólo proporciona información sobre la vida útil, sino que permite hacer recomendaciones sobre el almacenamiento y la conservación de los bizcochos para maximizar su frescura y calidad, también se debería realizar análisis microbiológicos que garanticen la inocuidad del bizcocho y determine su vida de anaquel.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Sagubay A. D. (2022). *Estudio de los efectos físicos y organolépticos de la sustitución de harina de trigo por harina de algarrobo en la elaboración de pasta fettuccin*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <https://rraae.cedia.edu.ec/Author/Home?author=Aguilar+Sagubay%2C+%C3%81ngel+Daniel>.
- Alapont, C. y Torrejón, J. (2020). *Guía para la determinación de vida útil de los alimentos* [Archivo PDF]. https://www.icoval.org/images/todoquiasappcc/vida_util.pdf
- Alvis, A., Pérez, L. y Arrazola, G. (2011). Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harinas de Trigo y de Arroz Integral. *Información tecnológica*, 22(4), 107-116. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400012>
- Amaro Espinal, D. J., Chicana Aspajo, H., Cosme Villegas, J., Junco Alvarez, H. J. y Valverde Adan, J. C. (2022). *Elaboración y comercialización de bizcochos a base de cushuro y cacao*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/12710>
- Anchundia, C., y Martillo, A. (2019). *Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de fruta de pan (Artocarpus altilis) frente a la harina de trigo (Triticum vulgare)*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43821>
- Angeles Millones, J. J. (2020). *Validación del Método AOAC 990.03 (Dumas) armonizado a Kjeldahl en el análisis de proteína en harina de pescado*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo"]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8771>
- Aponte Sierra, I. G. y Collachagua Espinoza, D. P. (2022). Efecto de la *sustitución de la harina de trigo (Triticum vulgare) por harina de yuca (Manihot esculenta) en la elaboración de galleta crocante fortificado con fibra*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/469>
- Barazarte, H., Sangronis, E y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*): Una posible fuente comercial de pectinas. Archivos

- Latinoamericanos de Nutrición, 58(1), 64-70.
<https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/1/art-9/>
- Barroso, S., Silva, V., Oliveira, V., Garcia, A., Doneda, D., Ouriques, L., Vieira, M. (2015). *Chemical and sensory evaluation of sandwich cookies made with carob powder*. [Discurso electrónico]. *Simposio de Segurança Alimentar Porto Alegre: SBCTA-RS*. Porto Alegre, Brasil.
- Bedón Miranda, V. (2020). *Efecto del reemplazamiento parcial de harina de trigo por harina de amaranto en las propiedades fisicoquímicas de una torta sin azúcar*. [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes].
<http://hdl.handle.net/1992/48962>
- Burgos Briones, G. y Alcívar Cedeno, U. (2020). Evaluación técnica del enriquecimiento de harina de trigo con cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*). *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 27(2), 20-36.
<https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v7n2a2>.
- Carrillo Inungaray, M. L. y Reyes Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-25. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/20>
- Cobo, G., Quiroz, M., y Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza B.*) en la elaboración de pan. *Avances en ciencias e ingeniería*, 5(2).
<https://doi.org/10.18272/aci.v5i2.140>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Derechos del Buen Vivir.
- Díaz Pozo, F. L. (2010). Las tartas más significativas en la pastelería. *Revista Innovación y experiencias*, 1-13. [doi: 10.5281/zenodo.8178847](https://doi.org/10.5281/zenodo.8178847).
- El Salous, A., y Pascual, A. C. (2018). Determinación de *E. coli*, hongos y levaduras en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador. *Revista Universidad y sociedad*, 10(1), 164-167.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100164&lng=es&tlng=es.
- Field, M. S., Prasanna Mithra, D. E., Peña-Rosas, J. P. (2020). Wheat flour fortification with iron for reducing anaemia and improving iron status in populations. *Cochrane Database Syst Rev*, 7(7), 1-119. [doi: 10.1002/14651858.CD011302.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD011302.pub2).

- Flórez Delgado, D. F. y Velásquez Prada, Y. M. (2022). Efecto de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) sobre el desempeño productivo de pollo de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 165-174. <https://doi.org/10.22490/21456453.4480>
- Fontana Herrera, M. E., Chisaguano Tonato, A. M., Jumbo Crisanto, J. V., Castro Morillo, N. P. y Anchundia Ortega, A. P. (2021). Tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana. *Revista Bitácora Académica - Universidad San Francisco de Quito*, 11. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/bitacora/issue/view/191>
- Franco, H., Vega, A., Reyes, S., De León, J. y Bonilla, A. (2014). Niveles de Ocratoxina A y Aflatoxinas totales en cafés de exportación de Panamá por un método de ELISA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 64(1), 42-49. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222014000100006&lng=es
- González Castellanos, A. (2019). *Generalidades del cacao*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca.
- Guamán Gualli, C. I. (2021). *La harina de cascarilla de cacao en la alimentación de cuyes*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Superior del Chimborazo, Riobamba]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16268>
- Guerrero, G., Suárez, D., y Orozco, D. (2017). Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. *Revista Temas Agrarios*, 22(1), 85-90. <https://doi.org/10.21897/rta.v22i1.919>
- Hernández Pérez, G. (2021). Análisis del horneado de galletas de sal como un fenómeno de transferencia en dos fases. *Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica*, 7, 9-18. <https://doi.org/10.30972/eitt.704761>
- Herrera, J., León, L., Torres, Y., Cano, N., Herrera, A. y Cuenca, M. (2019). Evaluación y selección de levadura comercial para el proceso de fermentación alcohólica de hidromiel. *Publicaciones e investigación*, 13(2), 23-33. <https://doi.org/10.22490/25394088.3651>
- Holguín Obregón, B. E. y Vélez Navia, N. N. (2020). *Evaluación fisicoquímicas, sensoriales y reológicas por la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinoa y harina arroz integral precocido en productos de*

- panadería*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54770>
- Horno, M. F. (2011). *Galletitas enriquecidas con harina con residuos de soja okara*. [Tesis de Pregrado, Universidad Fasta de Argentina]. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/3352>
- Iglesias Guevara, D., Morejón Ramos, B., Ruiz Karell, B.J. y Pérez Santana, D. (2022). Optimización del proceso de obtención de un extracto acuoso de cascarilla de cacao. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 53(1), 60-71. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24422022000100060&lng=es&tlng=es.
- Jaramillo Barzola, N. S. (2023). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum durum) por la harina de avena (Avena sativa) y el afrecho de zanahoria (Daucus carota) en las características fisicoquímicas y bromatológicas de un bizcocho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/index.php>
- Jiménez, M. J., Margalef, M. I. y Marrupe, S. M. (2017). Formulación y caracterización sensorial de bizcochos artesanales saludables. *Diaeta*, 35(158), 23-32. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372017000100004&lng=es.
- Jobet, C., Matus, I., Castillo, D., Zuñiga, J., Muñoz, M., Alfaro, C. y García, J. C. (2021). Chivignon, nueva variedad de trigo de invierno para el sur de Colombia. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 37(2), 160-166. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas37-18cncj70018>
- Lara Vásquez, F., Amat verdú, S., Rubio Islas, A., Baviera Barat, J., Meló Grau, R. y Peñuelas Casillas, R. (2017). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 71, 19-26. <https://www.redalyc.org/journal/674/67452917003/html/>
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2010). Principios Generales. Quito.

- Martil, A., Calvo, C. y Martínez, A. (2020). Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 177-185. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03151>
- Ministerio de Salud Pública. (2018). Plan Intersectorial de alimentación y nutrición en Ecuador. Quito.
- Mohd Salahuddin, M. B., Sulaiman, A., Mohd Nor, M. Z., Abdul Karim, N. N. Ariffin Hajar, S. (2020). Optimizing the processing factor and formulation of oat-based cookie dough for enhancement in stickiness and moisture content using response surface methodology and superimposition. *Processes*, 8(7), 797. <https://doi.org/10.3390/pr8070797>
- Noor Ariefandie, F., Sunan, W. y Fan, Z. (2022). Chemical and biological properties of cocoa beans affected by processing: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(30), 8403-8434. [doi: 10.1080/10408398.2021.1928597](https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1928597)
- Noreña Merino, W. (2022). *Elaboración de panes enriquecidos con fibra mediante sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) en la ciudad de Pucallpa*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali de Perú]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5896>
- Norma Técnica de Salud (NTS) N°088-MINSA/DIGESA-V.01. (2010). *Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería: R.M. N° 1020-2010/MINSA*. Lima.
- NTE INEN 0522. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de fibra cruda. REQUISITOS*. Quito, Ecuador: INEN.
- NTE INEN 0616. (2015). *Harina de trigo*. Recuperado el 23 de diciembre de 2023, de Requisitos. Quito, Ecuador: INEN.
- NTE INEN 1334-2 (2014). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. PARTE 2. REQUISITOS*. Quito, Ecuador: INEN.
- NTP 206.002. (2018). *Norma técnica peruana para la elaboración de bizcochos*.
- Ordoñez Choez, S. E., Vera Chang, J. F. y Tigselema Zambrano, S. M. (2019). Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) De líneas híbridas para la elaboración de rehiletes de chocolate. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(2), 136-141.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200136&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200136&lng=es&tlng=es)

- Ortiz Barajas, A. E. (2022). *Estudio de vida útil de pasteles precocidos de garbanzo para emprendimiento familiar el gran pastel Pamplona*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Pamplona en España] <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4835>
- Padilla Arroyo, L. A. (2023). *Evaluación de la Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) y harina precocida de maíz amarillo (Zea mayo) en la elaboración de galletas dulces*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Estatal de Carchi, Tulcán]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15495>
- Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J y Mori-Arismendi, S. (2016). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. *Scientia Agropecuaria*, 7(2), 121-132. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357646642005>
- Peña Benítez, E. M., Ramírez Serrano J., Morales-Paredes, Y. y Cortés-Moreno, K. (2023). Nivel de aceptación de bizcochos elaborados a partir de harina de pulpa residual de la leche de almendra por baby boomers. *Revista de Gastronomía y Cocina*, 2(EE1), 1-21. <https://doi.org/10.70221/rgc.8178847>.
- Quezada Correa, L. M., Contreras Dioses, O. D., Martínez Mora, E. O., Mero Delgado, F. M. y González Valarezo, H. M. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Revista Alimentos Hoy*, 27(47), 1-15. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/528>
- Quineche-Adrian, U. S. y Paucar-Menacho, L. M. (2023). Características tecnológicas y sensoriales de bizcochos dulces con adición de harina de tocosh (*Solárium tuberosum*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Agroindustrial Science*, 13(2), 103-113. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.06>
- Ramírez Estrada, J. G., Rodríguez Navarro, G. J. y Ruiz Vázquez, V. G. (2017). *Elaboración de pan artesanal utilizando harina de sorgo blanco (Sorghum*

- bicolor* L. moench) y trigo (*Triticum*), adicionado con moringa (*M. oleífera*) para favorecer la calidad nutrimental. *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 60-64. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articulo/view/2271>
- Rodriguez-Manrique, J. A., Alvis-Bermudez, A y Cohen-Manrique, C. S. (2018). Análisis de Perfil de Textura de Ahuyama (*Cucurbita maxima*) sometida a Freído Atmosférico por Inmersión. *Información tecnológica*, 29(4), 55-64. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400055>
- Rodriguez Moncada, L. M. y De Hernández Gualdrón, L. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación*, 6(2), 179-187
- Romero-Sáez, M. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *Tecnológicas*, 25(54). <https://www.redalyc.org/journal/3442/344271354013/html/>
- Sandoval Micha, D. C. (2020). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de hojas de moringa (Moringa oleífera) y harina de soya (Glycine max) en elaboración de galletas dulces*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa en Perú]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6568000>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Los mil y un usos del cacao.
- Segovia Olmo, J. (2014). Efectos físico-químicos y nutricionales del horneado en los alimentos. *Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide-MOLEQLA*(16), 80-84. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4907900>
- Soares, T. F. y Oliveira, M. B. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, 27(5), 1-23. [doi: 10.3390/molecules27051625](https://doi.org/10.3390/molecules27051625).
- Toralva Aylas, A. D., Rodas Pingus, M. y Guerrero Alva, D. M. (2015). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por torta de sacha inchi (Plukenetia volubilis L) sobre las propiedades reológica y sensoriales en el bizcocho*. *Revista Ciencia y Desarrollo* (20), 16-21. <https://doi.org/10.33326/26176033.2015.20.505>
- Vásquez Lara, F., Verdú-Amat, S., Islas-Rubio, A. R., Barat-Baviera, J. M., Grau-Meló, R. Granados-Nevárez, M. C. y Ramírez-Wong, B. (2021). Efecto del

tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan. *Biocencia*, 23(2), 55-64. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v23i2.1388>

Vásquez Lara, F., Verdú Amat, S., Islas Rubio, A. R., Barat Baviera, J. M. Grau Meló, R. y Casillas Pañuelas, R. (2017). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan. *Investigación y ciencia*, 25(71), 19-26.

<https://www.redalyc.org/journal/674/67452917003/html/>

Verdú, S., Alava, C., Barat, J. M., Carrascosa, C. y Grau, R. (2023). Impact of the tiger-nut milk co-product on fibre-enriched bread processing and storage: crumb structure-moisture-texture relationships. *Food Science + Technology*, 58, 1078-1088. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16248>

Vilugrón Aravena, F., Molina, T., Gras Pérez, M. E. y Font-Mayolas, S. (2020). Hábitos alimentarios, obesidad y calidad de vida relacionada con la salud en adolescentes chilenos. *Revista Médica de Chile*, 148(7), 921-929. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000700921>

Wickramasuriya, A. M., y Dunwell, J. M. (2018). Cacao biotechnology: current status and future prospects. *Plant Biotechnology Journal*, 16(1), 4-17. [doi: 10.1111/pbi.12848](https://doi.org/10.1111/pbi.12848).

ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla de la Composición nutricional del trigo

Nutrientes	Cantidad
Energía	294 Kcal
Proteína	11.730 mg
Grasa total	2000 mg
Colesterol	0 mg
Glúcidos	60.970 mg
Fibra	10.300 mg
Calcio	43.70 mg
Hierro	3.30 mg
Yodo	0.60 mg

Fuente: Anchundia y Martillo (2019).

Anexo N° 2: Tabla del valor nutricional de la harina de trigo

Nutrientes	Cantidad
Energía	348 Kcal
Proteína	9300 mg
Grasa total	1200 mg
Colesterol	0 mg
Glúcidos	80000 mg
Fibra	3400 mg
Calcio	15 mg
Hierro	1.1 mg
Yodo	1 mg

Fuente: Aguilar y Vargas (2022).

Anexo N° 3: Tabla de la composición nutricional de la cascarilla de cacao

Componentes	Valores (%)
Humedad	5.4- 15.3
Proteína Cruda	6.3- 10,4
Fibra Cruda	23.4 - 36.2
Componentes del extracto etéreo	0.5- 2.4
Extracto libre de nitrógeno	0,5-2.4
Cenizas	31.8- 61.4
Oligoelementos y sales	6.0- 10.6

Fuente: Padilla (2023).

Anexo N° 4: Composición nutricional de la harina de cascarilla de cacao

Componentes	Valores (%)
Humedad	15,55
Cenizas	8,78
Extracto de etéreo	0,66
Proteína	6,99
Fibra Cruda	27,66

Fuente: Flórez y Velásquez (2022).

Anexo N° 5: Resultados de fase de horneado en 60 minutos según la ecuación de Gompertz.

Tiempo (min)	T0	T1	T2	T3
	0%	5%	10%	15%
0,00	0,00026832	0,01436202	0,06997564	0,05852596
5,00	0,06501675	0,2138445	0,2953344	0,24386055
10,00	0,58230403	0,7790312	0,66434867	0,55284722
15,00	1,39749963	1,44651577	1,04862072	0,88403718
20,00	1,9823199	1,94527979	1,355869	1,15715459
25,00	2,27928822	2,24166574	1,56692494	1,35035453
30,00	2,40995089	2,39912729	1,69989375	1,47538714
35,00	2,46419628	2,47837192	1,77966034	1,55225307
40,00	2,48619713	2,51722732	1,82620477	1,59813104
45,00	2,49503728	2,53604235	1,85294288	1,62505226
50,00	2,4985761	2,54509877	1,86816833	1,64069625
55,00	2,49999063	2,54944551	1,87679525	1,64973626
60,00	2,5005557	2,55152891	1,88166972	1,65494334

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 6: Medición y registro de resultados de la cinética de fermentación. A) Análisis y medición de masa para cinética de fermentación; B) Medición de altura de las muestras observadas; C) Bizcochos al haber finalizado el análisis de cinética de fermentación.



A)




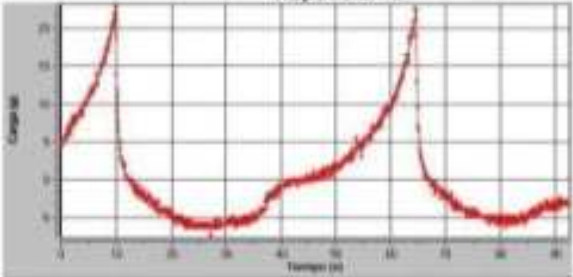
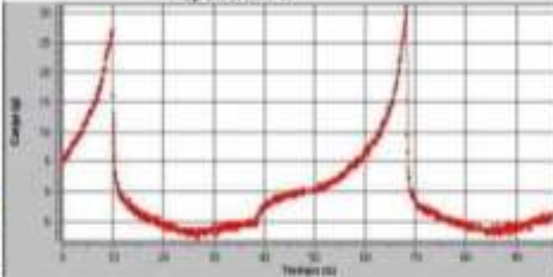
B)



C)

Fuente: La Autora, 2024.

Anexo N° 7: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento testigo.

 ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral INFORME DE ENSAYOS				
Fecha de informe:	10 de abril/2024	2024-001-01		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado Av. 25 de julio Guayaquil, EC	Teléfono: 097 935 9933		
Dirección:				
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima	Masa cruda			
Lote	Testigo			
Envase	Envase de plástico transparente			
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco			
Fecha de recepción:	09 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras	Testigo	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa: 32% ± 2 %		
Hora de análisis:	15:00	Temperatura: 23 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Dureza	g	23,00	27,00	Ametek Brookfield - Measuring Dough Firmness modified
Adhesividad	mJ	0,00	0,00	
Resiliencia	-	0,08	0,045	
Elasticidad	mm	10,56	9,550	
CARGA VS TIEMPO				
Repetición 1		Repetición 2		
				
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el informe Original.



ING. ANDREA CRUZ E.
ANDREA LIBERTY
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

FABIOLA
MARCELA
CORNEJO
ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z.


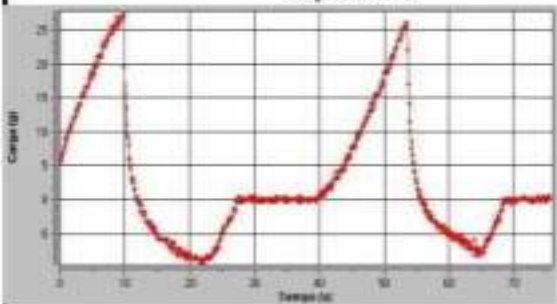
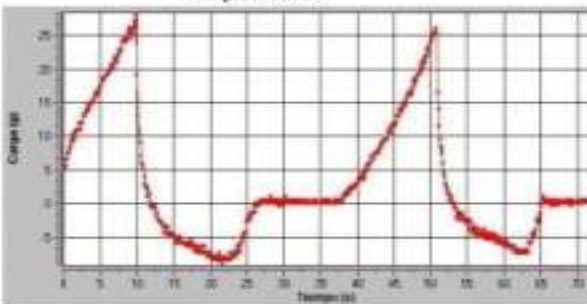
Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 8: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M1.

 ESPOL <small>Escuela Superior Politécnica del Litoral</small>		INFORME DE ENSAYOS		
Fecha de informe:		10 de abril/2024	2024-002-02	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado Av. 25 de julio Guayaquil, EC		Teléfono:	097 935 9933
Dirección:				
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima	Masa cruda 5%			
Lote	M1			
Envase	Envase de plástico transparente			
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco			
Fecha de recepción:	09 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras	M1 5%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa: 32% ± 2 %		
Hora de análisis:	15:25	Temperatura: 23 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Dureza	g	27,50	28,00	Ametek Brookfield - Measuring Dough Firmness modified.
Adhesividad	mJ	0,00	0,00	
Resiliencia	-	0,07	0,075	
Elasticidad	mm	9,72	9,530	
CARGA VS TIEMPO				
Repetición 1 		Repetición 2 		
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el informe Original.



ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL

FABIOLA
MARCELA
CORNEJO
ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351



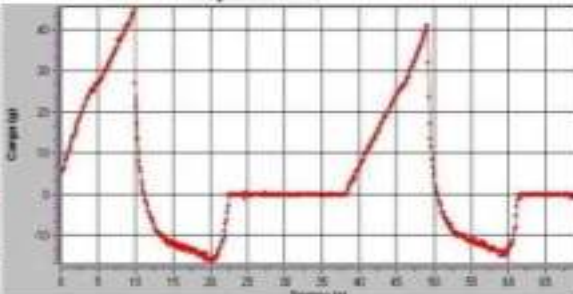
04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 9: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M2.

 ESPOL INFORME DE ENSAYOS				
Fecha de informe:	10 de abril/2024	2024-003-03		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado Av. 25 de julio Guayaquil, EC	Teléfono: 097 935 9933		
Dirección:				
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima	Masa cruda 10%			
Lote	M2			
Envase	Envase de plástico transparente			
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco			
Fecha de recepción:	09 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras	M2 10%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa: 32% ± 2 %		
Hora de análisis:	15:40	Temperatura: 23 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Dureza	g	41,00	45,00	Ametek Brookfield - Measuring Dough Firmness modified
Adhesividad	mJ	0,99	1,31	
Resiliencia	-	0,05	0,049	
Elasticidad	mm	8,92	9,400	
CARGA VS TIEMPO				
Repetición 1		Repetición 2		
				
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



Autenticado digitalmente por:
ANDREA LESSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL

FABIOLA
MARCEL
A
CORNEJO
ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351




04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 10: Resultados de parámetros físicos (dureza, adhesividad, resiliencia y elasticidad) en masa cruda del tratamiento M3.

 ESPOL Instituto Superior Politécnico del Litoral INFORME DE ENSAYOS				
Fecha de informe:	10 de abril/2024	2024-004-04		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado Av. 25 de julio Guayaquil, EC	Teléfono: 097 935 9933		
Dirección:				
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima	Masa cruda 15%			
Lote	M3 15%			
Envase	Envase de plástico transparente			
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco			
Fecha de recepción:	09 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras	M3 15%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa: 32% ± 2 %		
Hora de análisis:	16:10	Temperatura: 23 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Dureza	g	50,00	48,50	Ametek Brookfield - Measuring Dough Firmness modified.
Adhesividad	mJ	1,19	0,00	
Resiliencia	-	0,05	0,046	
Elasticidad	mm	8,69	9,580	
CARGA VS TIEMPO				
Repetición 1		Repetición 2		
				
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LIBERTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL

FABIOLA
MARCELA
CORNEJO
ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec


Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 11: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento testigo – día 0.

	<h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1> <h2 style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</h2>			
<p>Fecha de informe: 10 de abril/2024 2024-005-01</p>				
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente: Dirección:	Karla Alvarado Alvarado Av. 25 de Julio Guayaquil, EC	Teléfono: 097 935 9933		
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima: Lote: Envase: Conservación de la materia prima: Fecha de recepción:	Bizcocho - Testigo Día 0 Envuelto con stretch film y en bolsa hermética Ambiente fresco 08 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras: Fecha de análisis: Hora de análisis:	Testigo 8/4/2024 14:00	Condiciones ambientales: Humedad relativa: 36 % ± 2 % Temperatura: 24 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	37,03	35,55	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				
Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Válido solo el informe Original.				
 ANDREA CRUZ E. CRUZ ESPINOZA	FABIOLA <small>Proctor</small> MARCELA <small>Operadora</small> CORNEJO <small>Analista</small> ZUNIGA <small>Operadora</small>			
Ing. Andrea Cruz E. Técnica Docente IAL	PhD. Fabiola Cornejo Z Responsable del Laboratorio /Profesora especialista IAL			
Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim E-mail: ialm@espol.edu.ec	Teléfonos: 04 (2) 269251 04 (2) 269368			

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 12: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento testigo – día 5.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-009-05
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de Julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Bizcocho - Testigo
Lote	Día 5
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	Testigo		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/4/2024		Humedad relativa:	36 % ± 2 %
Hora de análisis:	8:30		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	31,41	31,07	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA CRUZ E.
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim


E-mail: iaim@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269352

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 13: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada tratamiento testigo – día 9.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-013-09
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado		Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - Testigo
Lote	Día 9
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	Testigo		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	26/4/2024		Humedad relativa:	36% ± 2 %
Hora de análisis:	8:10		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	22,39	24,25	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LISSETTE
CROZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO BUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim


E-mail: ialim@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 14: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 0.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de informe:	10 de abril/2024	2024-006-02
-------------------	------------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado		Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Bizcocho - M1 5%
Lote	Día 0
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	08 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M1 5%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	8/4/2024	Humedad relativa:	36 % ± 2 %	
Hora de análisis:	15:30	Temperatura:	24 °C ± 1°C	
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	34,95	35,63	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LIBRETE
CRUZ ESPINOSA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL

FABIOLA Procede
MARCELA Participa en
CORNEJO el informe de
ZUNIGA control de calidad

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351


04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perim

E-mail: iolm@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 15: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 5.

	ESPOL INFORME DE ENSAYOS
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-010-06
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de Julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - M1 5%
Lote	Día 5
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M1 5%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	22/4/2024	Humedad relativa:	36 % ± 2 %	
Hora de análisis:	8:50	Temperatura:	24 °C ± 1°C	
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	32,87	32,81	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA CRUZ E.
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA CORNEJO Z.
CORNEJO BUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z.

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim


E-mail: ialm@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269251

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 16: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M1 – día 9.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-014-10
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - M1 5%
Lote	Día 9
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M1 5%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	26/4/2024	Humedad relativa:	36% ± 2 %	
Hora de análisis:	8:40	Temperatura:	24 °C ± 1°C	
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	34,28	35,60	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO EUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 17: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 0.

	<h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1> <h2 style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</h2>		
Fecha de informe: 10 de abril/2024	2024-008-04		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de Julio Guayaquil, EC		
DATOS DE MATERIA PRIMA			
Materia prima	Bizcocho – M2 10%		
Lote	Día 0		
Envase	Envase de plástico transparente		
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco		
Fecha de recepción:	08 de abril/2024		
RESULTADOS			
Muestras	M2 10%	Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa:	36% ± 2 %
Hora de análisis:	9:00	Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2
Humedad - método rápido -	%	35,70	34,72
Método de referencia			
Moisture Analyzer MA37			
OBSERVACIONES:			
<p>Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.</p> <p>Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.</p> <p>Válido solo el Informe Original.</p>			
 <p style="font-size: small;">ANDREA LIZETTE CRUZ BAFINIZA</p>	<p style="font-size: small;">FABIOLA MARCELA CORNEJO ZUNIGA</p>		
<p>Ing. Andrea Cruz E. Técnica Docente IAL</p>	<p>PhD. Fabiola Cornejo Z</p> <p>Responsable del Laboratorio /Profesora especialista IAL</p> <p>Teléfonos: 04 (2) 269351 04 (2) 269368</p>		
<p>Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim E-mail: ialm@espol.edu.ec</p>			


Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 18: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 5.

	<h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1> <h2 style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</h2>		
Fecha de informe: 1 de mayo/2024	2024-011-07		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		
DATOS DE MATERIA PRIMA			
Materia prima	Bizcocho - M2 10%		
Lote	Día 5		
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética		
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco		
Fecha de recepción:	17 de abril/2024		
RESULTADOS			
Muestras	M2 10%	Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/4/2024	Humedad relativa:	36 % ± 2 %
Hora de análisis:	9:20	Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2
Humedad - método rápido -	%	30,88	33,88
Método de referencia			
Moisture Analyzer MA37			
OBSERVACIONES:			
<p>Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Válido solo el Informe Original.</p>			
 ANDREA CRUZ E. <small>INGENIERA</small>	 FABIOLA CORNEJO Z. <small>PH.D.</small>		
Ing. Andrea Cruz E. Técnica Docente IAL	PhD. Fabiola Cornejo Z. Responsable del Laboratorio/Profesora especialista IAL		
Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim	Teléfonos: 04 (2) 269351		
E-mail: iaim@espol.edu.ec	04 (2) 269368		

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 19: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M2 – día 9.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-015-11
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - M2 10%
Lote	Día 9
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M2 10%		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	26/4/2024		Humedad relativa:	36% ± 2 %
Hora de análisis:	9:10		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	32,27	31,93	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO SUÑIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: iaalm@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368


Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 20: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 0.

	<h2 style="margin: 0;">ESPOL</h2> <h3 style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</h3>			
Fecha de informe:	10 de abril/2024	2024-007-03		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE				
Cliente:	Karia Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933		
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC			
DATOS DE MATERIA PRIMA				
Materia prima	Bizcocho – M3 15%			
Lote	Día 0			
Envase	Envase de plástico transparente			
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco			
Fecha de recepción:	08 de abril/2024			
RESULTADOS				
Muestras	M3 15%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	9/4/2024	Humedad relativa: 36% ± 2 %		
Hora de análisis:	8:10	Temperatura: 24 °C ± 1°C		
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	38,10	37,75	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				
<p>Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Válido solo el Informe Original.</p>				
	 ANDREA LISBETTE CRUZ BARRIOSA	 FABIOLA CORNEJO ZUNIGA		
Ing. Andrea Cruz E. Técnica Docente IAL		PhD. Fabiola Cornejo Responsable del Laboratorio /Profesora especialista IAL Teléfonos: 04 (2) 269353 04 (2) 269358		
Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim E-mail: ialim@espol.edu.ec				

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 21: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 5.

	<h1>ESPOL</h1> <h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fecha de Informe:	1 de mayo/2024	2024-012-08
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de Julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - M3 15%
Lote	Día 5
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M3 15%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	22/4/2024	Humedad relativa:	36 % ± 2 %	
Hora de análisis:	9:45	Temperatura:	24 °C ± 1°C	
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	°C	34,50	34,81	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA CRUZ E.
CRUZ ESPINOSA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA CORNEJO Z.
CORNEJO SINTOA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269251


04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 22: Resultados de parámetros físico-químicos (humedad, TPA – dureza, volumen específico) en masa horneada, tratamiento M3 – día 9.

	ESPOL INFORME DE ENSAYOS
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Fecha de informe:	1 de mayo/2024	2024-016-12
-------------------	----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho - M3 15%
Lote	Día 9
Envase	Envuelto con stretch film y en bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	17 de abril/2024

RESULTADOS				
Muestras	M3 15%	Condiciones ambientales		
Fecha de análisis:	26/4/2024	Humedad relativa:	36% ± 2 %	
Hora de análisis:	9:40	Temperatura:	24 °C ± 1°C	
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Humedad - método rápido -	%	30,10	30,22	Moisture Analyzer MA37
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z.

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialm@espol.edu.ec

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 23: Volumen específico en masa horneada del tratamiento testigo.

	<h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1> <p style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Fecha de informe: 22 de mayo/2024	2024-017-13
-----------------------------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima:	Biscocho
Lote:	Testigo
Envase:	Bolsa hermética
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	21 de mayo/2024

RESULTADOS				
Muestras	Testigo		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/5/2024		Humedad relativa:	47% ± 2 %
Hora de análisis:	8:20		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Volumen específico	ml/g	1,95	1,76	Desplazamiento

OBSERVACIONES:

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



ANDREA LISBETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



FABIOLA MARCELA
CORNEJO SUWIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z

Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: iolim@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 24: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M1.

	ESPOL INFORME DE ENSAYOS
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Fecha de informe:	22 de mayo/2024	2024-018-14
-------------------	-----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de Julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho
Lote	T1
Envase	Envase de plástico transparente
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	21 de mayo/2024

RESULTADOS				
Muestras	T1		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/5/2024		Humedad relativa:	47% ± 2 %
Hora de análisis:	8:45		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Volumen específico	ml/g	0,88	0,93	Desplazamiento
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



Controlado digitalmente por:
ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



Controlado digitalmente por:
FABIOLA MARCELA
CORNEJO ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z.
Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 25: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M2.

	<h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1> <h2 style="margin: 0;">INFORME DE ENSAYOS</h2>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Fecha de informe: 22 de mayo/2024	2024-019-15
-----------------------------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono:	097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC		

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho
Lote	T2
Envase	Envase de plástico transparente
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	21 de mayo/2024

RESULTADOS				
Muestras	T2		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/5/2024		Humedad relativa:	47% ± 2 %
Hora de análisis:	9:10		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Volumen específico	ml/g	1,54	1,00	Desplazamiento
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



Firmado digitalmente por:
ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOSA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



Firmado digitalmente por:
FABIOLA MARCELA
CORNEJO ZUNIGA

PhD. Fabiola Cornejo Z
Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim


E-mail: ialim@espol.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 26: Volumen específico en masa horneada del tratamiento M3.

	ESPOL INFORME DE ENSAYOS
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Fecha de informe:	22 de mayo/2024	2024-020-16
-------------------	-----------------	-------------

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
Cliente:	Karla Alvarado Alvarado	Teléfono: 097 935 9933
Dirección:	Av. 25 de julio Guayaquil, EC	

DATOS DE MATERIA PRIMA	
Materia prima	Biscocho
Lote	T3
Envase	Envase de plástico transparente
Conservación de la materia prima:	Ambiente fresco
Fecha de recepción:	21 de mayo/2024

RESULTADOS				
Muestras	T3		Condiciones ambientales	
Fecha de análisis:	22/5/2024		Humedad relativa:	47% ± 2 %
Hora de análisis:	9:30		Temperatura:	24 °C ± 1°C
Parámetros	Unidad	Repetición 1	Repetición 2	Método de referencia
Volumen específico	ml/g	0,98	1,34	Desplazamiento
OBSERVACIONES:				

Los resultados reportados corresponden únicamente a la materia prima recibida en el laboratorio.

Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Válido solo el Informe Original.



Ing. ANDREA LISSETTE
CRUZ ESPINOZA

Ing. Andrea Cruz E.
Técnica Docente IAL



Ph.D. FABIOLA MARCELA
CORNEJO ZUNIGA

Ph.D. Fabiola Cornejo Z
Responsable del
Laboratorio /Profesora
especialista IAL

Dirección: Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perim

E-mail: ialim@espoL.edu.ec

Teléfonos: 04 (2) 269351

04 (2) 269368

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 27: Análisis de TPA (dureza) en masa horneada y verificación de resultados. A) corte de muestras; B) análisis de muestra en el texturómetro; C) lectura del equipo; D) análisis de resultados.



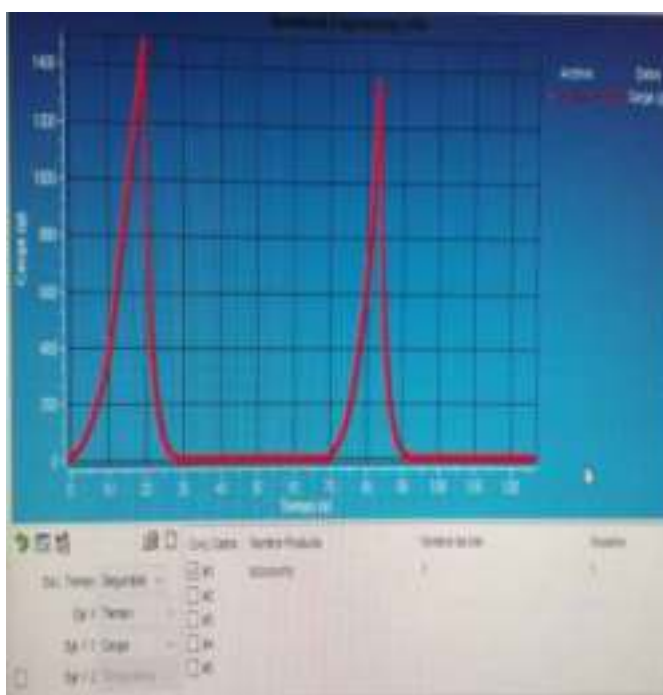
A)



B)



C)



D)

Elaborado por: La Autora, 2024.

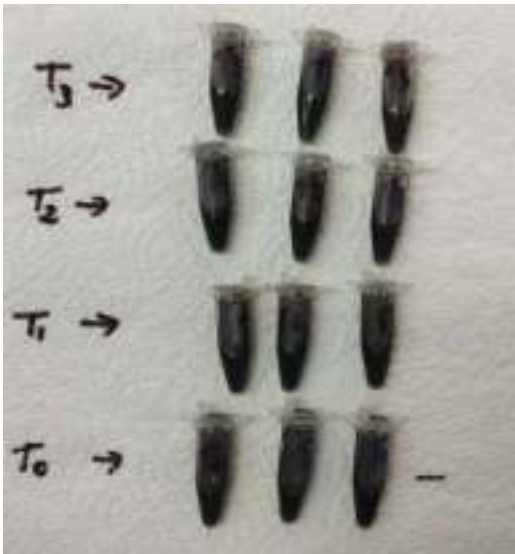
Anexo N° 28: Análisis de muestras para determinar proteínas y verificación de resultados obtenidos. A) Preparación de las muestras; B) adición de ácido sulfúrico y bradford (1ml); C) Muestras a evaluar; D) lectura de resultados.



A)



B)



C)



D)

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 29: Análisis de muestras para determinar fibra y verificación de resultados obtenidos. A) Pesado de las muestras; B) adición de la solución de ácido sulfúrico; C) análisis de fibra en el equipo.



A)



B)



C)

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 30: Peso de las masas y evidencia de presencia de moho en las muestras del día 11. A) Masa cruda de los cuatro tratamientos (peso: 100 gramos); B) Masa horneada de los cuatro tratamientos (peso: tratamiento 0: 80 g, tratamiento 1: 80 g, tratamiento 2: 83g, tratamiento 3: 84g; C) Presencia de moho y olores extraños a los 11 días después del horneado principalmente en T3.



A)



B)



C)

Elaborado por: La Autora, 2024.

Anexo N° 31: Resultados del mayor contenido en fibra (tratamiento T2).



EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS ESPOL-TECH E.P.

LABORATORIO
PROTAL

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 24-08/0081-M001

Datos del Cliente

Nombre:	ALVARADO ALVARADO KARLA ISABEL	Teléfono:	0969912528
Dirección:	NOBOL - BELLA FLOR		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Bizcocho a base de cascarilla de cacao - T2	Código muestra:	24-08/0081-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	2024-08-26
Envase:	Envase de plástico	Fecha expiración:	2024-09-01
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	2024-08-27
Fecha análisis:	2024-08-27	Realización de ensayos:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado R1	Resultado R2	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	1.09	1.09	—	AOAC 21st 978.10 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / observaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación del SAE.

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizó el parámetro bromatológico solicitado por el cliente.

Elaborado por: La Autora, 2024.