



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO
POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA
(*HYLOCEREUS UNDATHUS*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA**

AUTORAS:

**YURDDY ANTONELLA OCAMPO MENDIETA
XIMENA MICHELLE VILLAMIL ACOSTA**

TUTOR:

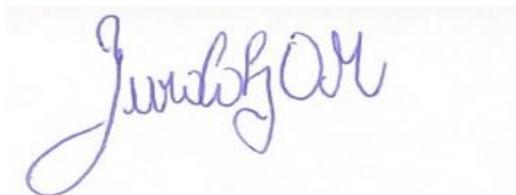
ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr.

CALCETA, OCTUBRE DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Ocampo Mendieta Yurddy Antonella con cédula de ciudadanía 0804606671 y Villamil Acosta Ximena Michelle con cédula de ciudadanía 1315621746, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*HYLOCEREUS UNDATHUS*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación



Ocampo Mendieta Yurddy Antonella

CC: 0804606671

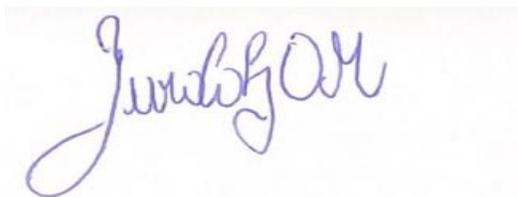


Villamil Acosta Ximena Michelle

CC: 1315621746

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Ocampo Mendieta Yurddy Antonella , con cédula de ciudadanía 0804606671 y Villamil Acosta Ximena Michelle, con cédula de ciudadanía 1315621746 autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*HYLOCEREUS UNDATHUS*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



Ocampo Mendieta Yurddy Antonella

CC: 0804606671



Villamil Acosta Ximena Michelle

CC: 1315621746

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. José Fernando Zambrano Ruedas, Mgtr certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado:, que ha sido desarrollado por **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*HYLOCEREUS UNDATHUS*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, MGTR.

CC:1310828460

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*HYLOCEREUS UNDATHUS*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA**, que ha sido desarrollado por **Ocampo Mendieta Yurddy Antonella y Villamil Acosta Ximena Michelle**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. EDISON FABIÁN MACÍAS
ANDRADE, PHD**

CC: 0910715218

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**ING. FRANCISCO MANUEL
DEMERA LUCAS, MGTR.**

CC: 1313505214

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**ING. GUILBER VERGARA
VÉLEZ, MGTR**

CC: 1307843860

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

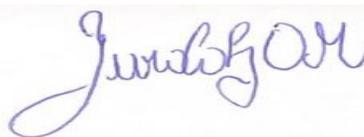
Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar las dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre por ser una mujer ejemplar que me ha enseñado a perseverar a través de sus sabios consejos y a mi padre por su apoyo, los amo mucho. A mis hermanas queridas agradecida con ustedes por estar siempre juntas es la mayor bendición las amo.

A mi familia en general, por brindarme su apoyo total y por compartir buenos momentos.

A mis amigos que me regaló la universidad los que compartí en estos años de estudio siendo foránea gracias por su cariño.

A mis profesores en especial al presidente de mi tribunal Ing. Macías, PhD, al Coordinador de talleres y laboratorios de la carrera de Agroindustria Ing. Ramón Tobías Rivadeneira García, Mgtr. Y a mí tutor de tesis Ing. José Fernando Zambrano Ruedas, Mgtr. gracias por su tiempo, por su apoyo por compartir sus conocimientos y experiencias, así como la sabiduría que me transmitieron en el crecimiento de toda mi formación profesional y poder culminar con éxito esta investigación.



**OCAMPO MENDIETA YURDDY
ANTONELLA**

CC: 0804606671

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A cada una de las personas que han sido luz en mi vida, pero sobre todo que me impulsan a seguir adelante.

Agradezco primero a Dios por permitirme vivir y escribir este momento ante un logro que está por venir, a mi madre y a mis hermanas que son parte fundamental en este proceso de motivación, pero sobre todo agradezco en especial a mi novio que ha estado conmigo durante todo este periodo de superación a él, por brindarme su apoyo incondicional y su compañía.

A el ing. Tobías por ser voz de motivación y superación durante este periodo llamado formación, al que hace ver que las decisiones que se toman no son en vano y a cada uno de los docentes que son parte fundamental de este proyecto.

Ximena Villamil.

VILLAMIL ACOSTA XIMENA MICHELLE

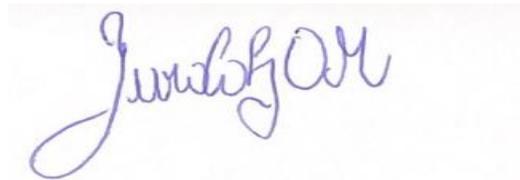
CC: 1315621746

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado la fortaleza para llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más por ellos con todo mi corazón, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo y amor incondicional que ha sabido formarme con buenos sentimientos y valores lo que me ha ayudado a salir adelante y no rendirme en los momentos más difíciles y su apoyo ha sabido guiarme para finalizar mi carrera profesional. Al hombre que me dio la vida gracias por sus consejos, a mis padres por mi perseverancia y empeño gracias a su gran dosis de amor sin pedir nunca nada a cambio. A mis queridas hermanas por brindarme su amor, su comprensión y su apoyo moral para motivarme a seguir adelante y poderles dar un ejemplo a seguir, las amo mucho.

A mi abuela, desde el cielo es la luz que me cuida y me da fuerzas para continuar.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yurddy Antonella', is centered on the page.

**OCAMPO MENDIETA YURDDY
ANTONELLA**

CC: 0804606671

DEDICATORIA

Este anhelo de mi vida se lo dedico a mi madre y abuelos maternos (+) pero sobre todo a mi abuelo (PAPÁ) que estuvo presente desde el noventa y cinco, a él, le dedico este logro, un logro que siempre soñó para mí y del que estoy segura hubiera querido estar. A él, que estuvo conmigo en cada una de mis etapas de culminación, quien me guió y brindó todo su apoyo quien ahora fuera la persona más dichosa y orgullosa de mí, pero sobre todo el más feliz por leer esta dedicatoria como en cada una de mis etapas siempre fue y será lo mejor en mí.

A él, VICENTE ACOSTA todos mis logros.

Ximena Villamil.

VILLAMIL ACOSTA XIMENA MICHELLE

CC: 1315621746

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL	x
CONTENIDO DE TABLAS.....	xiv
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xiv
CONTENIDO DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN	xvi
PALABRAS CLAVE	xvi
ABSTRACT	xvii
KEY WORDS.....	xvii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. HIPÓTESIS	6

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. PITAHAYA (<i>Hylocereus undatus</i>).....	7
2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	7
2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	8
2.1.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA	9
2.1.4. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO	10
2.1.5. PRODUCCIÓN DE PITAHAYA ROJA EN EL PAÍS	10
2.2. SUBPRODUCTOS DEL CULTIVO DE PITAHAYA ROJA	10
2.2.1. BENEFICIOS DE LA CÁSCARA DE PITAHAYA	11
2.2.2. ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE LAS CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA.....	11
2.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA	11
2.3. GLUTEN	12
2.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL GLUTEN	12
2.4. ISOTERMA DE ADSORCIÓN.....	12
2.5. HARINA TRIGO.....	12
2.5.1. HARINA REFINADA	13
2.5.2. HARINAS NO TRADICIONALES	13
2.6. GALLETAS.....	13
2.6.1. TIPOS DE GALLETAS	13
2.6.2. GALLETAS DULCES	14
2.6.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE GALLETAS DULCE	14
2.6.4. PROBLEMAS DE CONSUMO DE GALLETAS DULCE TRADICIONALES	14
2.6.5. MICROORGANISMOS EN GALLETAS.....	15
2.6.6. PERFIL DE TEXTURA DE GALLETAS DULCE	15

2.6.7. FRACTURABILIDAD DE GALLETAS DULCE.....	15
2.6.8. VIDA ÚTIL DE GALLETAS DULCE.....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	16
3.1. UBICACIÓN	16
3.2. DURACIÓN.....	17
3.3. MÉTODOS.....	17
3.3.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	17
3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL	17
3.4. TÉCNICAS.....	18
3.4.1. TÉCNICAS DE LABORATORIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA Y DE LAS GALLETAS DULCES.....	18
3.5. TRATAMIENTOS.....	22
3.5.1. FORMULACIÓN PARA GALLETA DULCE.....	23
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	24
3.7. VARIABLES A MEDIR.....	24
3.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	24
3.7.1. VARIABLES DEPENDIENTES	24
3.8. MANEJO DE EXPERIMENTO	24
3.8.1. ELABORACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (<i>Hylocereus Undatus</i>).....	25
3.8.2. ELABORACIÓN DE LA GALLETA DULCE	27
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (<i>Hylocereus undatus</i>)	30
4.2. CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA GALLETA DULCE	31
4.2.1. SUPUESTOS DE ANOVA	31
4.2.2. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA.....	31
4.2.3. HUMEDAD.....	32
4.2.4. pH	33
4.2.6. CALIDAD MICROBIOLÓGICA.....	34
4.2. TEXTURA DE LA GALLETA DULCE A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA MEDIANTE ANÁLISIS REOLÓGICO	35
4.2.1. DUREZA.....	37
4.2.2. FRAGILIDAD.....	37
4.2.3. VISCOSIDAD	38
4.2.4. FUERZA DE ADHESIÓN, COHESIÓN, GOMOSIDAD Y MASTICABILIDAD	38
4.3. CALIDAD SENSORIAL DE LA GALLETA DE HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1. CONCLUSIONES	41
5.2. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS	48

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2. 1. Clasificación taxonómica de la pitahaya.	8
Tabla 2. 2. Composición nutricional de 100g de pulpa de pitahaya.	9
Tabla 2. 3. Composición nutricional de las cáscaras de pitahaya roja.	12
Tabla 2. 4. Composición nutricional de galletas dulces.....	14
Tabla 3. 1. Escala hedónica para prueba organoléptica.....	22
Tabla 3. 2. Ingredientes para la formulación de galleta dulce	23
Tabla 3. 3. Matriz operacional de variables.....	24
Tabla 3. 4. Esquema del ANOVA.....	29
Tabla 4. 1. Análisis bromatológicos y físicoquímicos de la harina de pitahaya roja.	30
Tabla 4. 2. Prueba de Shapiro-Wilk y Leven de las variables en estudio.	31
Tabla 4. 3. Análisis de varianza de las variables humedad, cenizas y acidez.....	32
Tabla 4. 4. Resultados de análisis de hongos y levaduras de las galletas de sustitución parcial de harina de pitahaya roja.	35

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3. 1. Ubicación del Campus politécnico.....	16
Figura 3. 2. Descripción del proceso de obtención de harina de cáscaras de pitahaya roja	25
Figura 3. 3. Descripción del proceso de la producción de galleta de harina de pitahaya roja.	27

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la harina de cáscaras de pitahaya	48
Anexo 2. Análisis de gluten de la harina de cáscara de pitahaya	49
Anexo 3. Balance de masa de harina de harina de cáscara de pitahaya	50

Anexo 4. Resultados de análisis bromatológicos de la harina de cáscaras de pitahaya	51
Anexo 5. Elaboración de galletas dulce con harina de cáscaras de pitahaya roja	52
Anexo 6. Análisis físico-químicos de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja ...	52
Anexo 7. Análisis microbiológico de las galletas dulce con harina de cáscaras de pitahaya roja	53
Anexo 8. Resultados de pH de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja	54
Anexo 9. Resultados de análisis de humedad de las galletas dulces con harina de cáscara de pitahaya roja	55
Anexo 10. Resultados de análisis microbiológicos de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja	56
Anexo 11. Resultados de análisis de proteína de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja	58
Anexo 12. Análisis de textura	61
Anexo 13. Análisis sensorial con catadores no entrenados	62
Anexo 14. Prueba de Kruskal Wallis para las variables sensoriales	62

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya roja en la calidad físicoquímica y sensorial de una galleta dulce. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y tres réplicas, la unidad experimental fue de 350g por tratamiento. El factor en estudio fue porcentajes de harina de cáscaras de pitahaya roja con niveles de 30%, 25%, 20%, 15%, 10% y 5%. Se evaluaron las variables físico-químicas (pH, humedad, proteína), textura (dureza, fragilidad, viscosidad, cohesión, fuerza de adhesión, gomosidad y masticabilidad), microbiológicas (mohos y levaduras) y características sensoriales (color, sabor, olor, textura). La harina de cáscaras de pitahaya cumple con los parámetros físicoquímicos y bromatológicos para poder ser utilizada en sustitución parcial para la elaboración de galletas. Los resultados obtenidos demostraron significancia estadística al combinar los factores en estudio ($p_valor < 0.05$), cumpliendo con los límites máximos establecidos por la NTE INEN 2085. El T5 (10% de harina de pitahaya roja) fue el que presentó mayor cantidad de proteína. Por lo que se concluye que la harina de pitahaya roja es una excelente alternativa por las propiedades físicoquímicas que presenta para la elaboración de galletas dulces.

PALABRAS CLAVE

Pitahaya roja, galletas dulces, textura.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the effect of replacing wheat flour with red pitahaya peel flour on the physicochemical and sensory quality of a sweet cookie. A completely randomized design (CRD) was used with six treatments and three replicates, and the experimental unit was 350g per treatment. The factor under study was the percentage of red pitahaya peel flour, with levels of 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, and 5%. The variables evaluated included physicochemical properties (pH, moisture, protein), texture (hardness, fragility, viscosity, cohesion, adhesion force, gumminess, and chewiness), microbiological properties (molds and yeasts), and sensory characteristics (color, flavor, odor, texture). The pitahaya peel flour meets the physicochemical and bromatological parameters required for partial substitution in cookie production. The results obtained showed statistical significance when combining the factors under study (p -value < 0.05), meeting the maximum limits established by NTE INEN 2085. Treatment T5 (10% red pitahaya peel flour) presented the highest protein content. Therefore, it is concluded that red pitahaya peel flour is an excellent alternative due to its physicochemical properties for sweet cookie production.

KEY WORDS

Red pitahaya, sweet cookies, texture.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según Verona et al. (2020), mencionan que la pitahaya, conocida comúnmente como “fruta del dragón”, es un fruto originario de Centroamérica y la selva peruana cuyo fruto puede ser de diferentes colores como amarillo, púrpura, rojo y blanco. Según Arauz (2020), el Ecuador no contaba con empresas productoras de pitahaya sino únicamente con empresas comercializadoras de la misma. Por tal situación, se percibió la necesidad de conformar un ente que reúna a los agricultores, con lo cual se logrará llegar al mercado local e internacional.

Para Forbes et al., (2021) indican que, aproximadamente 1,300 millones de toneladas de alimentos producidos para consumo humano se desperdician, las frutas y verduras tienen las tasas más altas de desechos en comparación de otros alimentos. Para Sagar (2018), los desechos ocasionados por el procesamiento y modificaciones a productos frescos son un problema ambiental y económico, donde según Rajesh (2020), expresa que los desechos más comunes son el orujo, cáscaras y semillas, los cuales contienen gran cantidad de compuestos bioactivos como carotenoides, compuestos fenólicos, vitaminas, entre otros.

Un problema sanitario que se genera a partir de la industrialización de frutas son sus residuos y no por ser de carácter orgánicos están exentos de generar problemas de contaminación ya que éstos pueden derivar a la proliferación de insectos, hongos, bacterias y olores por descomposición (Ferreira, 2007 citado por Bonilla, 2022).

La pitahaya es consumida en fresco o usada en la elaboración de productos alimenticios a nivel artesanal y semi-industrial en tiempo de cosecha, las cáscaras de esta fruta son desechadas como residuos y corresponden al 23-37% de la fruta. Muchos estudios han sugerido que dichos residuos se usan como fuente potencial de fibra dietética con diversas propiedades funcionales. Sin embargo, debido a que

estos subproductos presentan contenidos altos de humedad (85-91%) son altamente perecederos (Hinojosa et al., 2019).

Al existir una producción elevada del fruto, existe industrialización de la pulpa en la zona, pero las cáscaras se vuelve un desecho, esto debido a que su textura y sabor no es tan agradable, las industrias manufactureras de pulpas desechan las cáscaras de la mayoría de los frutos utilizados en sus procesos, contribuyendo así a la contaminación por degradación de materia orgánica, en el caso de la pitahaya las cáscaras representan el 50 % del peso total de la fruta (Galicia, 2007 citado por Haro, 2020).

Según Gaido (2020), indica que el consumo excesivo de harinas refinadas puede llevar a un incremento de triglicéridos, niveles altos de colesterol y aumenta el azúcar en la sangre. Entre más altos niveles de glucosa en el organismo, aumenta el riesgo de enfermarse con diabetes. Las harinas refinadas pueden ocasionar el incremento de peso corporal y la distensión abdominal.

Fernández (2020), indica que el trigo contiene gluten, misma que contiene unos péptidos tóxicos demasiado grandes para ser absorbidos correctamente a través del intestino delgado.

La harina de trigo ha sido la principal materia prima para la producción de galletas, pero el alto costo asociado por la importación de trigo y conflictos entre países productores se ha visto la necesidad de sustituirla (Flores, 2022), la mayor parte de la industria galletera se dedica a la elaboración de galletas con harina de trigo, azúcar y grasa, sin considerar el aporte nutricional que ofrecen a los consumidores (Caiza, 2015).

Los productos ultra procesados como son las galletas industriales tienen en su composición ingredientes que son perjudiciales para la salud mayoría de galletas en el mercado contienen harina de trigo; estas harinas no son aptas desde el punto nutricional porque no aportan nutricionalmente y de forma similar al azúcar genera hambre al afectar el metabolismo (Mármol, 2021).

La elaboración de estos productos afecta al cerebro como el no sentir saciedad, la industria alimentaria se relaciona de manera especial con su población de niños y adolescentes que esto depende del estilo de vida de los padres y sus hábitos influyen en el de sus hijos el consumo de galletas o snack. Las galletas de harina de trigo se esconden detrás de un alimento sano que no lo son, aunque es un elemento habitual en el menú de los pacientes de hospitales o instituciones sanitarias (Fernández, 2018).

¿De qué manera influirá la sustitución parcial de harina de cáscaras de pitahaya roja por harina de trigo en la calidad fisicoquímico y reológica de galletas dulces?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La pitahaya (*Hylocereus spp.*) se conoce como “Fruta del dragón” es una fruta exótica que tiene un renombre extendiéndose por todo el mundo por su popularidad y sus características fisicoquímicas, nutricionales y sus compuestos bioactivos considerándose como un alimento funcional siendo utilizado por sus magníficas características organolépticas y su valor comercial agregado (Verona et al., 2020).

Su alta demanda va en desarrollo en el mercado mundial, este cultivo es de alta importancia económica. De los diferentes tipos de pitahayas existentes en el mercado, la variedad más consumida es la pitahaya roja por su alta concentración de antocianinas en la cáscara, la extracción de dicho compuesto puede ser aprovechada (Haro, 2020).

Hoy en día la importancia de este fruto obliga a países como Ecuador a generar proyectos de diversa índole, basados en la composición nutricional y se la utiliza principalmente de manera fresca en trozos o acompañada de otras frutas; de otra manera la pulpa de la pitahaya es sometida a un proceso IQF (congelación rápida) convirtiéndola así en materia prima para la elaboración de gelatinas, refrescos, helados, yogurt, dulces, mermeladas, jaleas, cócteles y otros productos industrializados como esencias extraídas de las flores y formando parte de suplementos digestivos FAO, 2006 (Pulgar, 2021).

En la industria alimentaria dominan tendencias de producción que fomentan la reutilización de desechos. Esta suerte de “reciclaje de alimentos” permite obtener nuevas sustancias de gran valor que sirven como aditivos, conservantes, ingredientes o potenciadores de sabor, más conocidos como subproductos. Estos últimos hacen referencia a dar una segunda vida a comestibles ya usados, sino a una fuente de nutrientes alternativa a las materias primas tradicionales que pueden ayudar a reducir los costos de alimentación, la contaminación ambiental y que se obtienen a partir de los restos de frutas y verduras que no se consumen (UTPL, 2022).

Las cáscaras pueden aplicarse en procesos sencillos que permitan la extracción de moléculas de alto valor, lo cual puede traducirse en oportunidades de negocio. La utilización de cáscaras de frutas constituye una alternativa para el manejo sustentable de desechos provenientes de la agroindustria, de los cuales destaca el valor agregado que se les puede dar como fuente de compuestos bioactivos de interés (Vargas et al., 2020).

La composición de la cáscara está constituida por fibras, son una fuente valiosa de compuestos nutricionales. La fibra dietética o alimentaria es esencial para nutrir un cuerpo sano y ayuda a mantener la regularidad intestinal que estabiliza los niveles de azúcar en la sangre y también puede reducir el riesgo de enfermedades cardíacas. Además, ayuda a mantener un peso saludable y a sentir saciedad después de comer (Rubio, 2022). La cantidad de desechos orgánicos, proveniente de frutas y hortalizas, incrementa día con día. El costo de recolección, así como de contaminación ambiental debido a que se expulsan a cielo abierto; sin embargo, estos desechos son abundantes y disponibles que pueden ser una fuente importante de compuestos debido a sus propiedades nutrimentales (Vargas et al., 2020).

Para Vásquez et al. (2016), el uso de harinas compuestas o alternativas es fundamental para elaborar alimentos con mayores propiedades nutricionales. Las materias primas que se utilizan para su obtención son de origen animal o vegetal y es por ello, que puede ser empleada en la elaboración de pan, pastas, galletas,

tortillas, entre otros. De igual manera, Umaña et al. (2013), expone que, las harinas compuestas se presentan como una alternativa en la formulación de alimentos para determinado grupo de consumidores, alimentos de alto valor nutricional que permite la aplicación y utilización de materia primas innovadoras, las cuales pueden estar siendo desechadas por el desconocimiento de las propiedades nutritivas que contienen y generando impactos ambientales negativos.

Actualmente los hábitos alimenticios, el consumo de golosinas y proporcionar a niños y adultos productos con alto contenido nutricional como son las galletas enriquecidas han cobrado importancia en la actualidad debido a sus niveles adicionales de nutrientes (Chávez et al., 2013). Por lo tanto, esta investigación se realizará con la finalidad de aprovechar las propiedades nutritivas de la harina de cáscaras de pitahaya roja, la misma que será sustituida de manera parcial por la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces, las cuales serán elaboradas bajo el cumplimiento de los requisitos bromatológicos y microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2085 (2005) y también los parámetros fisicoquímicos establecidos en la NMX-F-006 (1983).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en la calidad fisicoquímica y sensorial de una galleta dulce.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la harina de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) mediante análisis fisicoquímico y bromatológico para la formulación de una galleta dulce.
- Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la galleta dulce a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya.

- Determinar la textura de la galleta dulce a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya mediante análisis reológico.
- Evaluar sensorialmente la calidad de la galleta dulce mediante catadores no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los porcentajes de sustitución de harina de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) por harina de trigo influye en la calidad de las galletas dulces.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)

Pertenece al reino plantae, clase angiospermae, subclase dicotyledoneae, orden opuntiales, familia cactaceae, nombre científico *Cereus sp*, con su variante *Hylocereus sp*, es una cactácea trepadora, perenne, de tipo arbustivo puede llegar a medir 2 m, la misma que se presenta en aureolas y sus cladodios se extienden entre 0,50 y 1.50 m de largo y de ancho 0,03 – 0,06 m, su margen es dentado y en sus terminales se disponen coronas de espinas que miden 0,01 metros (Ecorae, 2001).

Pertenece al reino plantae, clase angiospermae, subclase dicotyledoneae, orden opuntiales, familia cactaceae, nombre científico *Cereus sp*, con su variante *Hylocereus sp*, es una cactácea trepadora, perenne, de tipo arbustivo puede llegar a medir 2 m, la misma que se presenta en aureolas y sus cladodios se extienden entre 0,50 y 1.50 m de largo y de ancho 0,03 – 0,06 m, su margen es dentado y en sus terminales se disponen coronas de espinas que miden 0,01 metros (Ecorae, 2001).

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La pitahaya pertenece al género *Hylocereus* familia Cactáceas. Las especies pertenecientes al género *Hylocereus* son plantas trepadoras con raíces aéreas que producen un fruto glabro con largas brácteas. Las cactáceas comprenden 120 a 200 géneros, donde 1500 a 2000 especies se encuentran en condiciones semidesérticas y regiones tropicales cálidas de Latinoamérica (Bauer, 2003). La clasificación de las especies de cactus comestibles se basa en la naturaleza del hábito de crecimiento, el color de la cáscara del fruto y el color de la pulpa.

Este fruto es comestible. Se trata de una baya carnosa, ovoide, redondeada alargada, de 10 a 15 cm de diámetro. Tiene la piel de color roja, púrpura o amarillento, y en la superficie presenta brácteas o escamas foliáceas de color verdoso (Corzo-Ríos et al., 2016, p.61).

Tabla 2. 1. Clasificación taxonómica de la pitahaya.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Cactoideae
Tribu	Hylocereae
Género	Hylocereus
Especie	Hylocereus polyrhizus (Haw.) Britt & Rose
Nombre Común	Pitahaya Roja

Fuente: Vargas et al. (2020).

2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La pitahaya es una planta perenne, trepadora, epífita que crece comúnmente sobre árboles y piedras, debido a que no puede sostenerse por sí misma (Rodríguez, 2018).

- Raíces: La planta de la pitahaya tiene dos raíces que la haya en el suelo y las otras que se desarrollan en sus puntas. Muy importantes para la formación y correcta cosecha del fruto (Olvera et al., 2013).
- Tallo: Los tallos o vainas son muy ramificados, de color verde, suculentos, con tres aristas o caras y articulados por secciones rectas. Los bordes de las vainas presentan areolas, en las cuales se encuentran grupos de espinas de 2 a 4mm, consideradas hojas modificadas. De la parte superior de las areolas nacen flores y ramificaciones. El tallo actúa como regulador hídrico y participa en la fotosíntesis (Infoagro, 2015).
- Flor: Presenta flores hermafroditas, grandes (15-30cm de largo), tubulares y de color blanco, amarillento o rosado. De la parte inferior de la flor nacen grandes segmentos lanceolados, delgados y acuminados de color crema. Sus flores abren durante la noche, las cuales se encuentran orientadas hacia la luz de la luna. Pueden darse 5-6 ciclos de floración, donde en una misma

planta pueden coincidir varios estadios fenológicos. Muchas de las especies requieren polinización cruzada, aunque son auto fértiles (Infoagro, 2015).

- Fruto: Se trata de una baya con forma oval, de unos 6-12 cm de diámetro y de color rojo. La mayoría de las especies presentan una epidermis carnosa con brácteas triangulares de aspecto ceroso. La pulpa del fruto es translúcida, conteniendo en su interior numerosas semillas negras (Infoagro, 2015).
- Semilla: Estas son muy delicadas se presentan en ambas variedades y son más notables en la variedad amarilla son pequeñas y muy sensibles además son usadas como laxantes debido a los ricos nutrientes que posee (Ivera et al., 2013).

Tabla 2. 2. Composición nutricional de 100g de pulpa de pitahaya.

Componente	Hylocereus Undatus (pulpa blanca y piel rosa)
Agua (%)	89,00
Proteína (g)	0,50
Grasa (g)	0,10
Carbohidratos (g)	NE
Fibra Dietética (g)	0,30
Vitamina C (mg)	25,00
Calcio (mg)	6,00
Hierro (mg)	0,40
Fósforo (mg)	19,00
Tiamina (mg)	0,01
Riboflavina (mg)	0,03
Niacina (mg)	0,20
Ceniza (g)	0,50

Fuente: (Mercado, 2018)

2.1.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA

La pitahaya contiene varios tipos de potentes antioxidantes, que incluyen:

- **Vitamina C:** es un nutriente que el cuerpo necesita para formar vasos sanguíneos, cartílagos, músculos y colágeno en los huesos y es vital para el proceso de curación del cuerpo.

- **Betalainas:** los estudios de probeta indican que las betalainas pueden combatir el estrés oxidativo y pueden tener la capacidad de suprimir las células cancerosas.
- **Carotenoides:** el betacaroteno y el licopeno son los pigmentos vegetales que le dan a la fruta del dragón su color vibrante. Las dietas ricas en carotenoides se han relacionado con un menor riesgo de cáncer y enfermedades del corazón (Mercado, 2018).

2.1.4. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO

Las condiciones edafoclimáticas para el cultivo de la Pitahaya se centran en características climáticas específicas. La temperatura óptima para su desarrollo es de aproximadamente 16-25°C en climas cálidos subhúmedos, evitando bajas temperaturas y daños por quemaduras por encima de los 38°C. La exposición adecuada a la luz es crucial para estimular procesos fisiológicos y promover la brotación de las yemas florales. En cuanto al riego, la Pitahaya no requiere cantidades excesivas de agua (Sánchez et al., 2023).

2.1.5. PRODUCCIÓN DE PITAHAYA ROJA EN EL PAÍS

En Ecuador existen 1.528 hectáreas de producción de pitahaya y Agrocalidad tiene 2.260 productores registrados que están vinculados con la exportación de este rubro. Las provincias con mayor producción de esta fruta son Morona Santiago, Manabí y Guayas (Agrocalidad, 2022).

2.2. SUBPRODUCTOS DEL CULTIVO DE PITAHAYA ROJA

El contenido de pigmentos de los frutos y sus colorantes del tipo *Hylocereus* pueden variar, por lo que la selección de genotipos adecuados podría ser crucial. La fruta es completa cuando presenta niveles elevados de compuestos fenólicos y propiedades esenciales, incluyendo vitaminas y antioxidantes, lo que la convierte en una opción muy beneficiosa. Aunque se consume tradicionalmente fresca debido a sus propiedades nutricionales, es importante destacar que la pitahaya tiene numerosos subproductos que permiten aprovechar cada uno de sus nutrientes. Este hecho ha despertado un considerable interés por parte de las industrias

farmacéuticas. Por último, a pesar de que se ha evidenciado que la cáscara de la pitahaya posee propiedades nutraceuticas significativas (Jácome et al., 2023).

La potencial Industrialización de la pitahaya ha permitido el financiamiento de proyectos para mejorar y aumentar la producción de esta fruta, así como también el mejoramiento de tratamiento postcosecha y desarrollar su posicionamiento comercial, todo esto debido a la rentabilidad que posee la pitahaya (Ortega et al., 2018).

2.2.1. BENEFICIOS DE LA CÁSCARA DE PITAHAYA

Es una buena fuente de polifenoles bioactivos con la mayoría de ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido ferúlico y ácido p-cumárico, rutina e isoquercitrina. También el polvo de cáscara de pitahaya se mostró eficiente como fibra dietética antioxidante (Urcia & Veronna, 2023).

2.2.2. ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE LAS CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA

En la investigación realizada por González (2023), menciona que las alternativas de producción en la incorporación de cáscaras de pitahaya al 3% en Nuggets de pollo, también para la elaboración de galletas, se reemplaza la harina de trigo en proporciones de 5, 10, 15 % con cáscaras de pitahaya. La incorporación de las cáscaras al 15% y por último en mermelada.

2.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la tabla 1 se muestra la composición química proximal de las cáscaras frescas de pitahaya (González, 2023).

En la tabla 1 se muestra la composición química proximal de las cáscaras frescas de pitahaya (González, 2023).

Tabla 2. 3. Composición nutricional de las cáscaras de pitahaya roja.

COMPONENTE	CÁSCARAS DE PITAHAYA
Humedad (g/100 m.h)	85,62±0,69
Cenizas (g/100 m.s.)	1,39±0,06
Grasas (g/100 m.s)	0,94±0,05
Proteínas (g/100 m.s.)	8,70±0,26
Carbohidratos (g/100 m.s.)	88,97±0,35

2.3. GLUTEN

Es una proteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales como son el trigo, cebada, centeno, triticale, espelta, algunas variedades de avena, así como sus híbridos y derivados (Face, 2023).

2.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL GLUTEN

Mejorar la calidad y elasticidad de las masas; se utiliza en las panaderías y reposterías, para dar volumen a los productos y es de fácil digestión, ayuda a las personas que sufren de estreñimiento (Face, 2023).

Las desventajas del gluten al combinar el gluten con productos llenos de azúcares se incrementa su aporte calórico, reduce la fibra en los panes si se utiliza en grandes cantidades, se empasta (adhiera) en los intestinos y no permite la adecuada absorción de los nutrientes (Face, 2023).

2.4. ISOTERMA DE ADSORCIÓN

Representa la cinética de un alimento que absorbe humedad y se hidrata. Por otro lado, la isoterma de desorción equivale al proceso de deshidratación y muestra como un alimento pierde agua (Rivas, 2018).

2.5. HARINA TRIGO

Es considerada un producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo. Dentro de la industria alimenticia esta harina es aplicada para la elaboración de fideos y pastas, pan y productos de pastelería, obleas, galletas dulces y saladas, alimentos balanceados, también es utilizada en

productos no alimenticios como en la producción de 6 bioplásticos, biomateriales y pegamentos (Llumiquinga, 2022).

2.5.1. HARINA REFINADA

Se someten a un procesado industrial en el que se crean partículas más finas y pequeñas al eliminar parte de los componentes fundamentales de la harina de grano entero. Esta suele estar formada por el salvado, el germen y el endospermo. Los dos primeros son los que se suelen retirar para acabar empleando tan sólo el endospermo, dando lugar a un ingrediente más digerible y que permite ser utilizado con mayor facilidad en productos de pastelería y como añadido para otras elaboraciones (Llumiquinga, 2022).

2.5.2. HARINAS NO TRADICIONALES

Son conocidas como el reemplazo de la harina de trigo y pueden obtenerse de cereales como el arroz, que es uno de los más utilizados debido a su bajo contenido en prolaminas lo que hace que presente un bajo contenido en sodio y un alto contenido en carbohidratos de fácil digestión, sin embargo, presenta un alto contenido en hidratos de carbono y proteínas, además de que aporta 360 kcal, el maíz es un grano que aporta almidones, proteínas, fibras, magnesio, fósforo, zinc, hierro y vitaminas (Llumiquinga, 2022).

2.6. GALLETAS

Son un alimento de alto valor nutritivo, que, a su bajo precio, se convierte en un componente insustituible en la alimentación básica. Este producto tiene cuatro ventajas que muy pocos alimentos logran poseer: sabor exquisito, fácil digestión, prolongada conservación y una amplia variedad (Rengifo, 2020).

2.6.1. TIPOS DE GALLETAS

Para Rengifo (2020), las clasificaciones de las galletas son las siguientes variedades:

- Variedad I. Galleta salada.

- Variedad II. Galleta dulce.
- Variedad III. Galleta Waffer. Producto obtenido a partir del horneado, adicionando un relleno para formar un sándwich.
- Variedad IV. Galleta con relleno.
- Variedad V. Galletas recubiertas o revestidas que exteriormente presenta un revestimiento o baño.

2.6.2. GALLETAS DULCES

Son definidas como el producto obtenido de la mezcla de harina de trigo, azúcar, grasa vegetal hidrogenada o aceite vegetal refinado, huevo, mantequilla, sal y otros ingredientes, la cual es sometida al proceso de moldeado o troquelado y horneado. Las mismas pueden ser elaboradas en diferentes tipos, formatos o surtidos y estas pueden ser cremadas o no, en su elaboración pueden ser utilizados diferentes aromas y sabores (López y Kuening, 2018).

2.6.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE GALLETAS DULCE

Flores (2018), menciona que la composición nutricional de las galletas dulce es la siguiente tabla 3:

Tabla 2. 4. Composición nutricional de galletas dulces.

COMPONENTE	CANTIDAD (G)	CDR%
Kcalorías	124	6,5
Carbohidratos	21	6,8
Proteínas	2,7	5,6
Fibra	0,1	0,3
Grasas	0,7	1,3

2.6.4. PROBLEMAS DE CONSUMO DE GALLETAS DULCE TRADICIONALES

Consumir galletas con frecuencia también puede aumentar el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina, lo que lleva a un mayor riesgo de padecer diabetes tipo 2. El consumo excesivo de azúcares refinados en las galletas provoca picos en los niveles de azúcar en sangre, lo que puede generar un aumento en la producción de

insulina. Con el tiempo, el cuerpo puede volverse menos sensible a la insulina y tener dificultades para regular el azúcar en sangre (Flores, 2018).

2.6.5. MICROORGANISMOS EN GALLETAS

Los microorganismos más frecuentes que crecen en las galletas son: aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras (Flores, 2018).

2.6.6. PERFIL DE TEXTURA DE GALLETAS DULCE

Este análisis se realiza empleando el método de compresión por punción (Lloyd Instruments, modelo TA plus). Para la prueba de dureza se utiliza una sonda cilíndrica de punta esférica con una velocidad de descenso de 2mm/s y una distancia de penetración de 5mm, con una fuerza de contacto de 0,5 Newton. Para cada una de las pruebas se realizan 10 repeticiones de cada tratamiento, en las pruebas se emplearon dos sondas. (Martínez, 2017).

2.6.7. FRACTURABILIDAD DE GALLETAS DULCE

Para la fracturabilidad se emplea una sonda de cuchilla sin filo, con una velocidad de descenso de 2mm/s y una distancia de penetración de 6mm, con una fuerza de contacto de 0,5 Newton (Martínez, 2017).

2.6.8. VIDA ÚTIL DE GALLETAS DULCE

En general, los productos horneados caseros, como pan, galletas y pasteles, tienen una vida útil de aproximadamente 2 a 7 días (Flores, 2018).

Pertenece al reino plantae, clase angiospermae, subclase dicotyledoneae, orden opuntiales, familia cactaceae, nombre científico *Cereus sp*, con su variante *Hylocereus sp*, es una cactácea trepadora, perenne, de tipo arbustivo puede llegar a medir 2 m, la misma que se presenta en aureolas y sus cladodios se extienden entre 0.50 y 1.50 m de largo y de ancho 0,03 – 0,06 m, su margen es dentado y en sus terminales se disponen coronas de espinas que miden 0,01 metros (Ecorae, 2001).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Este estudio se realizó en cuatro fases; la primera consistió en la recolección de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en la hacienda Tres Charcos, localizada en el sitio la Papaya perteneciente al cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí, ubicada geográficamente en las coordenadas 0° 52' 48" latitud Sur y 80° 23' 02" longitud Oeste, a una altitud entre 17 msnm.

La segunda fase fue la elaboración de harina de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), que se desarrolló en el área de panadería del Taller de frutas y vegetales ubicado en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López [ESPAM MFL], Calceta, Bolívar, Manabí.

La tercera fase consistió en la caracterización de la harina de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), que se ejecutó en los laboratorios bromatología y microbiología situados en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López [ESPAM MFL], Calceta, Bolívar, Manabí.

La cuarta fase (elaboración de las galletas) se efectuó en el área de panadería del Taller de frutas y vegetales ubicado en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López [ESPAM MFL], Calceta, Bolívar, Manabí.



Figura 3. 1. Ubicación del Campus politécnico
Fuente. (Google Earth, 2022).

El análisis de gluten para la harina y las galletas se efectuó en el laboratorio Labolab, ubicado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Las coordenadas geográficas exactas del laboratorio son 0° 11' 29" latitud Sur y 78° 28' 58" longitud Oeste, a una altitud de 2,769 metros sobre el nivel del mar.

El análisis de textura se llevó a cabo en la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí).

El análisis de textura se realizó en la ULEAM, ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí, Ecuador. Las coordenadas geográficas exactas de la universidad son 0° 57' 05" latitud Sur y 80° 44' 53" longitud Oeste, a una altitud de 45 metros sobre el nivel del mar.

3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de 7 meses a partir de su aprobación.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

En la presente investigación se empleó el método bibliográfico como fuente de información para respaldar los datos que provienen de fuentes como libros, tesis, artículos científicos, entre otros.

3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se centró en la experimentación de mezclas de harinas de cáscaras de pitahaya y harina de trigo con diferentes porcentajes para la elaboración de una galleta dulce, donde se busca comprobar sus características físicoquímicas, microbiológicos, reológicas y sensoriales.

3.4. TÉCNICAS

3.4.1. TÉCNICAS DE LABORATORIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA Y DE LAS GALLETAS DULCES

3.4.1.1. DETERMINACIÓN DE ISOTERMA DE ADSORCIÓN PARA LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*).

Se realizó mediante el método GAB como lo indica la A.O.A.C. 11.047, donde se utilizó la siguiente fórmula [3.1]:

$$X_w = \frac{X_m \cdot C \cdot k \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot k \cdot a_w)} \quad [3.1]$$

Donde:

X_m = es la humedad del producto correspondiente a la situación en que los puntos de absorción primarios están saturados por moléculas de agua.

C= es la constante de Guggenheim, característica del producto y relacionada con el calor de absorción de la monocapa.

k= es un factor de corrección relacionado con el calor de absorción de la multicapa.

3.4.1.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD PARA LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA Y LA GALLETA DULCE.

Se realizó acorde a la norma NTE-INEN 464(1980). Se aplica la siguiente fórmula [3.2]:

$$P_c = \frac{m - m_1}{m} \times 100 \quad [3.2]$$

Donde:

P_c= pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m= masa de la muestra inicial.

m₁= masa de la muestra seca

3.4.1.3. DETERMINACIÓN DE CENIZA PARA HARINA DE PITAHAYA ROJA

Se lo ejecutó mediante los métodos de la norma NTE-INEN 467 (1980) mediante la siguiente fórmula [3.3]:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100 \quad [3.3]$$

3.4.1.4. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA PARA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA Y GALLETA DULCE.

Esta determinación se la realizó por el método KJELDAHL

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(ml \text{ SO}_4\text{H}_2 * N) - (ml \text{ NaOH} * N)0,014 * 100}{PM} \quad [3.4]$$

Donde:

N= Normalidad de la solución

0,014= milieq del ácido predominante en la harina de cáscaras de pitahaya roja.

F= factor de conversión de proteína

PM= g. de muestra

3.4.1.5. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ PARA LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA.

Este análisis se realizó con el método propuesto en la norma NTE INEN 521 adaptada al laboratorio de Química general de la ESPAM MFL, para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula [3.4]:

$$\text{Acidez} = \frac{\text{Cons de NaOH} \times N \times \text{meq de ácido acético}}{Pm} \times 100 \quad [3.4]$$

Donde:

ConsNaOH= Consumo de Hidróxido de Sodio

N= Normalidad (0,1)

Meq= Ácido acético (0,06)

Pm= Peso de la muestra

3.4.1.6. DETERMINACIÓN DEL GLUTEN HÚMEDO PARA LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA Y GALLETA DULCE

Se lo realizó por el método Elisa descrito por el laboratorio Labolab, cabe indicar que se aplicó a la harina en la caracterización y al mejor tratamiento que resultó de las características bromatológicas.

En la investigación realizada por González et al. (2017), menciona que es un ensayo basado en el principio inmunológico del reconocimiento y unión de los anticuerpos a las moléculas que reconocen como extrañas (antígenos), para el caso de la detección de gluten se utiliza anticuerpos que reconocen fragmentos presentes en las proteínas del gluten (antígeno).

3.4.1.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MOHOS Y LEVADURAS UFC/g PARA LA GALLETA DULCE

Se lo realizó utilizando los métodos de ensayo descritos en la normativa (NTE INEN 1529-10) para mohos y levaduras UFC/g, el cálculo se hará por medio de la fórmula [5].

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1n_2) d} \quad [3.5]$$

Donde:

$\sum C$ = Suma de las colonias contadas en todas las placas elegidas.

n_1 = Número de placas contadas de la primera dilución seleccionada.

n_2 = Número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada.

d = Dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2} .

V = Volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.4.1.8. ANÁLISIS DE pH PARA GALLETA DULCE

Se realizó con ayuda de un potenciómetro marca Mil Waukee que mide el potencial de hidrógeno de la muestra. El pH es el logaritmo común del número de litros de disolución que contiene un equivalente de gramos de iones de hidrógeno.

3.4.1.9. ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LA GALLETA DULCE

Se lo ejecutó con la ayuda de texturómetro de la marca Ametek® (EE. UU) Test & Calibration Instruments LS1, que mide la fuerza que se deberá emplear para realizar la fractura de la galleta. La medición se realizará por cinco repeticiones a una velocidad de 2mm por segundo con distancia de 5mm y una fuerza de compresión de 0,5N de acuerdo con el método descrito por Casas et al., (2015).

3.4.1.10. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL PARA LAS GALLETAS

El análisis sensorial se efectuó utilizando una escala hedónica de 5 puntos con un panel de 70 catadores no entrenados acorde con lo indicado por Watts y Cols (1995) citados por Vera (2015), mediante la aplicación de una ficha sensorial afectiva (anexo 1), evaluando los siguientes atributos:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

La escala hedónica para la prueba organoléptica se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1. Escala hedónica para prueba organoléptica.

Puntaje	Nivel
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

3.5. TRATAMIENTOS

Los porcentajes de harinas se basaron en referencia al estudio de Enemegio (2023) por lo que se definen los siguientes tratamientos con relación a los factores propuestos:

T1= 30% de harina de pitahaya roja + 70% de harina de trigo

T2= 25% de harina de pitahaya roja + 75% de harina de trigo

T3= 20% de harina de pitahaya roja + 80% de harina de trigo

T4= 15% de harina de pitahaya roja + 85% de harina de trigo

T5= 10% de harina de pitahaya roja + 90% de harina de trigo

T6= 5% de harina de pitahaya roja + 95% de harina de trigo

3.5.1. FORMULACIÓN PARA GALLETA DULCE

Tabla 3. 2. Ingredientes para la formulación de galleta dulce

Tratamientos	%harina de Pitahaya	Gramos de harina de Pitahaya	%harina de trigo	Gramos	% Total de harinas	% de mantequilla	Gramos de mantequilla	% de huevo	Gramos de huevo	% de azúcar	Gramos de azúcar	% esencia de vainilla	Gramos de esencia de vainilla	Total en gramos
T1	30	180	70	420	50	20	240	9	108	20	240	1	12	1200
T2	25	150	75	450		20	240	9	108	20	240	1	12	1200
T3	20	120	80	480		20	240	9	108	20	240	1	12	1200
T4	15	90	85	510		20	240	9	108	20	240	1	12	1200
T5	10	60	90	540		20	240	9	108	20	240	1	12	1200
T6	5	30	95	570		20	240	9	108	20	240	1	12	1200

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La investigación estuvo conformada por 18 unidades experimentales compuesta por 6 tratamientos, cada uno de ellos con 3 repeticiones donde se tomaron 350 g por tratamiento. El total de harinas corresponde al 70% de la formulación, generando un total de 6,372 g en la corrida, de las cuales, se obtendrán galletas de 8 gramos aproximadamente.

3.7. VARIABLES A MEDIR

3.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Mezcla de porcentajes de harina de pitahaya y harina de trigo

3.7.1. VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables en estudio se detallan a continuación:

Tabla 3. 3. Matriz operacional de variables.

Variables a medir	Tipo de variable	Método de ensayo	Fase de toma de muestra	Medición	
Isoterma de adsorción	Cuantitativa	GAB	-	Harina	%
Humedad	Cuantitativa	NTE-INEN 464:1980	Galleta dulce	Harina	%
Ceniza	Cuantitativa	NTE-INEN 467:1980	-	Harina	%
Acidez	Cuantitativa	NTE INEN 521:2013	-	Harina	%
Mohos y levaduras	Cuantitativa	NTE INEN 1529-10	Galleta dulce	-	UFC/g
Grado de aceptabilidad	Cuantitativa	SPSS	Galleta dulce	-	-
pH	Cuantitativa	Potenciómetro	Galleta dulce	-	-
Proteína	Cuantitativa	Kendall	Galleta dulce	Harina	%
Gluten	Cuantitativa	Elisa	Galleta dulce	Harina	%
Textura	Cuantitativa	Método descrito por Casas et al., (2015).	Galleta dulce	-	N

3.8. MANEJO DE EXPERIMENTO

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación se realizaron los siguientes procedimientos.

3.8.1. ELABORACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus Undatus*)

A continuación, en la figura 3.2. se describe el proceso de elaboración de la harina de cáscaras de pitahaya.

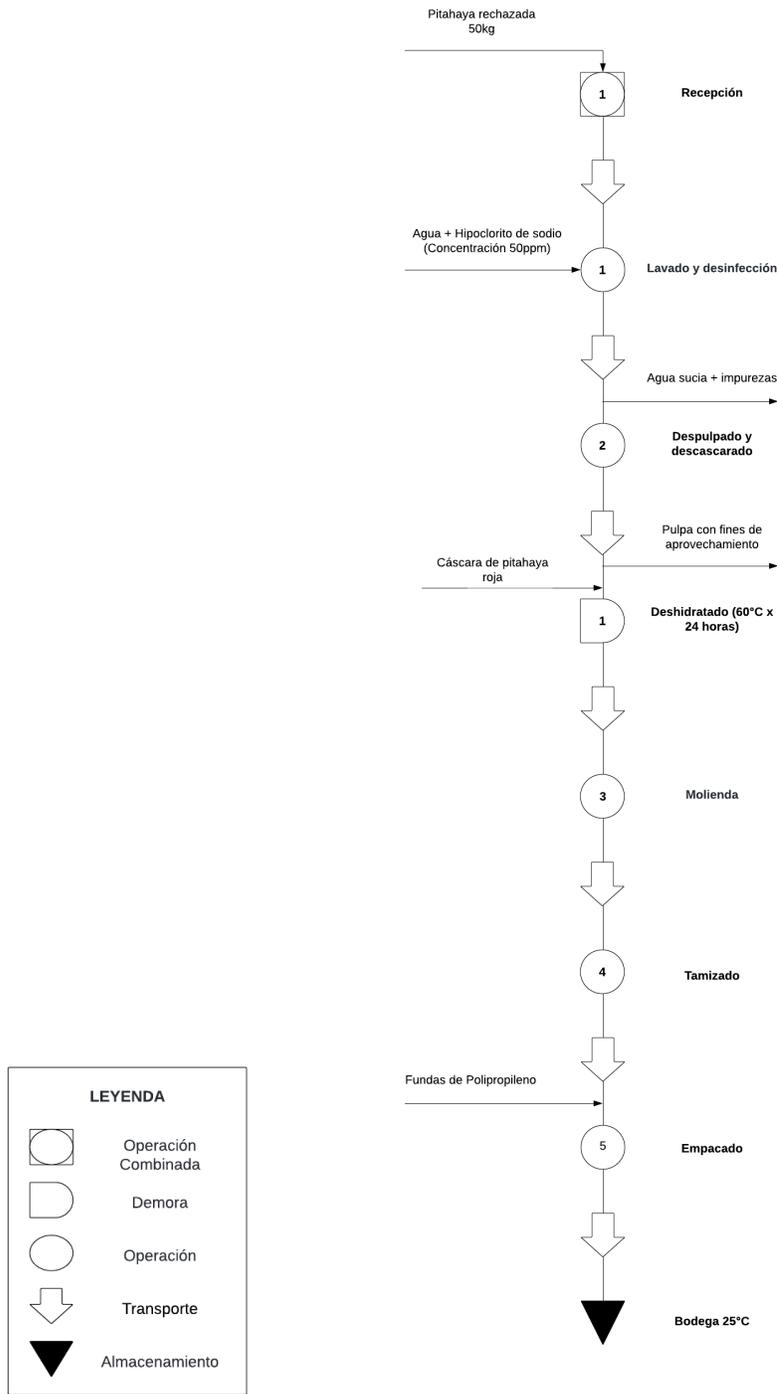


Figura 3. 2. Descripción del proceso de obtención de harina de cáscaras de pitahaya roja

RECEPCIÓN: Se receptaron las pitahayas de variedad *Hylocereus undatus* en la hacienda “Tres charcos” cantón Rocafuerte, las cuales fueron seleccionadas tomando en cuenta que no presenten daños físicos, mecánicos ni biológicos y que fueron aptas para su cosecha considerando los grados brix en rangos de 10 a 15 °Brix.

LAVADO Y DESINFECCIÓN: En esta etapa se procedió a lavar las pitahayas con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5 ppm para eliminar los residuos de tierra e impurezas.

DESPULPADO: Se realizó el despulpado de las pitahayas, retirando la pulpa con un cuchillo de acero inoxidable, después se procedió a cortar las cáscaras de pitahaya en cuadros pequeños de 1 cm por 1 cm y se colocaron en bandejas de acero inoxidable.

DESHIDRATADO: Se colocó en una estufa marca Memmert C405.1786 a temperatura de 60 °C durante 24 horas. El rendimiento obtenido de la harina fue de 1,90 % (cáscaras de pitahaya inicial 45 kg; cáscaras de pitahaya deshidratada 854 g) (ver anexo 3).

MOLIENDA: En esta etapa se procedió a la molienda de las rodajas de pitahaya ya deshidratadas en un molino artesanal marca Corona, se realizó dos veces la molienda para así obtener partículas reducidas. El rendimiento obtenido en esta etapa fue de 98,01 % (cáscaras de pitahaya deshidratada 854 g; cáscaras de pitahaya molida 837 g) (ver anexo 3).

TAMIZADO: Se realizó manualmente con un tamiz de 1,8mm para reducir el tamaño de la partícula de la harina.

EMPACADO: El producto obtenido se empacó en fundas de polipropileno y fueron selladas para su conservación.

BODEGA: La harina fue almacenada en el laboratorio de bromatología de la carrera de Agroindustria de la ESPAM-MFL a una temperatura de 25 °C en el desecador.

3.8.2. ELABORACIÓN DE LA GALLETA DULCE

En la figura 3.3. se presenta el proceso de la elaboración de la galleta.

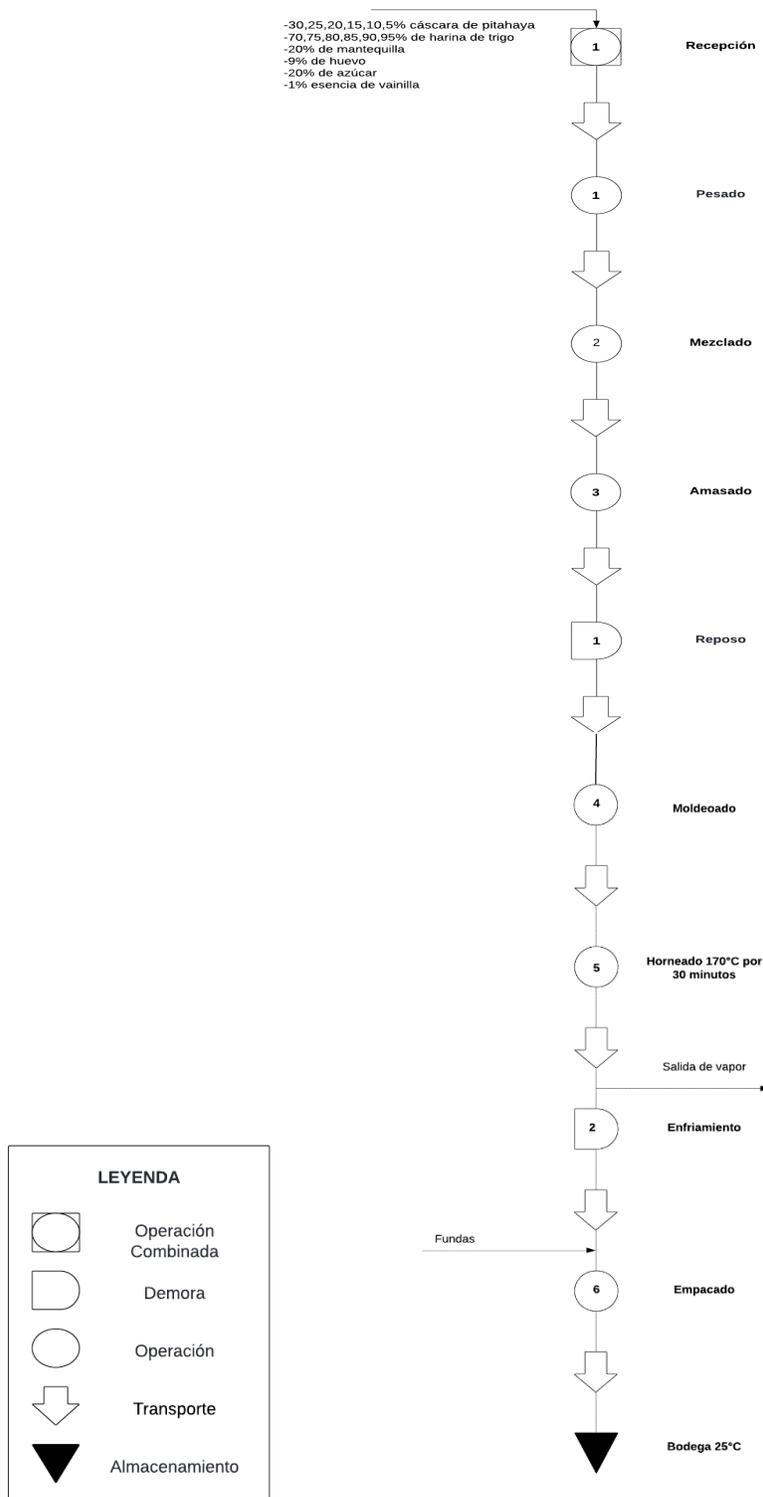


Figura 3. 3. Descripción del proceso de la producción de galleta de harina de pitahaya roja.

RECEPCIÓN: En la fabricación de las galletas dulces se utilizó la formulación que se detalló en la tabla 3.2. Cabe indicar que para la masa se utilizó la sustitución parcial de harina de cáscaras de pitahaya roja.

PESADO: Se realizó la medición de peso a cada ingrediente como lo indica en la tabla 3.2 Este pesaje se lo realizó por separado con la ayuda de una balanza digital marca Kitchen Scales modelo SF-400.

MEZCLADO: Luego de pesar los ingredientes, se procedió a incorporarlos gradualmente en una olla de acero inoxidable marca Tramontina hasta obtener una masa uniforme.

AMASADO MANUAL: Se le ejecutó en una superficie plana previamente desinfectada, hasta obtener una masa homogénea.

REPOSO: Se ingresó al refrigerador a 15°C (No Frost Top Mount IT55S Inverter 431 litros Silvecon) en una olla de acero inoxidable desinfectada, cubierta con papel film y así de esta manera evitar que se reseque la misma y que absorba olores y sabores extraños a su composición, tuvo un reposo de 30 minutos.

MOLDEADO: Se extendió la masa en una superficie plana previamente esterilizada para moldear las galletas dulces, colocándolas en bandejas desinfectadas, engrasadas y enharinadas para el horneado.

HORNEADO: Se llevaron las bandejas con la masa de galletas dulces al horno Gemmyco modelo Hot air oven digital YCO-N0 pre-calentado a una temperatura de 170 °C durante 30 minutos.

ENFRIADO: Se retiraron las galletas dulces del horno y se las dejaron enfriar en una mesa de acero inoxidable esterilizada a temperatura ambiente (22-25 °C).

EMPACADO: Se empacaron las galletas con harina de cáscaras de pitahaya roja en fundas polipropileno

BODEGA: Las galletas fueron almacenadas en el laboratorio de bromatología de la carrera de Agroindustria de la ESPAM-MFL a 25°C para sus posteriores análisis establecidos.

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación fue de tipo experimental y se aplicó un diseño Completamente al Azar (DCA), a cada tratamiento se le asignaron tres réplicas.

Tabla 3. 4. Esquema del ANOVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	17
Tratamientos	5
E. E	12

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

μ = media poblacional de la variable de respuesta

T_j = Efecto del tratamiento j del factor

E_{ij} = error aleatorio por observación

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Para la tabulación de datos se empleó Microsoft software Excel y para el análisis de datos el paquete estadístico SPSS 28 (versión libre). Se realizaron los supuestos de ANOVA normalidad (Shapiro Wilk) y para la homogeneidad se utilizó el test de Levene.
- Las variables fisicoquímicas (pH, humedad y proteína) únicamente cumplieron con los supuestos de ANOVA ($p_{\text{valor}} > 0,05$), por lo cual se procedió a realizar un ANOVA paramétrico, seguido de la prueba Tukey. Mientras que, las variables de textura (dureza, fragilidad, viscosidad, fuerza de adhesión, cohesión, gomosidad y masticabilidad) fueron sometidas a una prueba no paramétrica (Kruskal Wallis).
- Los datos obtenidos en el análisis sensorial fueron evaluados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*).

La tabla 4.1 presenta los resultados fisicoquímicos y bromatológicos de la harina de pitahaya roja, donde se observó un promedio de humedad de 9.64%, este valor se encuentra dentro de los límites máximos permitidos por la norma NTE INEN 616 (2015) para harina de pastelería y galletería (harina de trigo). En un estudio previo, Shafira et al. (2021) determinaron que al secar el polvo de cáscaras de pitahaya roja a temperaturas de 50 y 70°C, se obtuvieron valores de humedad entre $9.15 \pm 0.09\%$ y $8.40 \pm 0.20\%$. Aunque estos resultados son superiores a los encontrados en esta investigación.

Tabla 4. 1. Análisis bromatológicos y fisicoquímicos de la harina de pitahaya roja.

Análisis fisicoquímicos y bromatológicos	Resultados promedio	Unidad de medida
Humedad	9.64	%
Ceniza	2	%
Índice de acidez	0.156	mg KOH/g
Gluten	11.3	mg/Kg

En cuanto a ceniza, en la tabla 4.1 se reporta un promedio de 2%, valor que de acuerdo a la NTE INEN 616 (2015) para harina de trigo, es superior al máximo establecido (0.8%). Así mismo, Bonilla (2022) en su investigación presenta un valor 1.54% de cenizas en harina de cáscaras de pitahaya roja, de la misma manera, en el estudio de Biswas et al. (2022) un valor mayor a la normativa (4.34%). De acuerdo a estos autores, esta variabilidad en el porcentaje de ceniza, se debe principalmente a factores como: cultivo, manejo, edad y madurez, variabilidades genéticas aun siendo de la misma variedad y factores ambientales.

Muñoz et al. (2024) desarrollaron galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya (*hylocereus undatus*), reportando en la harina de este residuo, valores de 4.79% de humedad, 20.29% de cenizas y acidez de 0.12%, valores que no son coincidentes con los reportados en la tabla 4.1, debido

principalmente a los procesos de producción para la obtención de esta harina como: temperatura y tiempo de secado, así como factores agrícolas, antes mencionados. En relación con la composición química de la harina de trigo, Shewry (2019) destaca que es la variedad más comúnmente utilizada en la elaboración de productos de repostería, como galletas y contiene aproximadamente entre 10% y 15% de gluten. Lo anterior se traduce en una concentración de gluten entre 100 y 150 mg/Kg, lo que es significativamente superior al valor obtenido en esta investigación (11.3 mg/Kg).

4.2. CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA GALLETA DULCE

4.2.1. SUPUESTOS DE ANOVA

En la tabla 4.2 se muestra la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene) de las variables en estudio, en donde se estableció que las variables fisicoquímicas (pH, humedad y proteína) cumplieron con la distribución normal de los datos ($p > 0,05$).

Tabla 4. 2. Prueba de Shapiro-Wilk y Leven de las variables en estudio.

Variables	Normalidad			Homogeneidad	
	Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	Sig.
pH	0,973	18	0,844	2,764	0,069
Humedad	0,963	18	0,661	1,927	0,163
Proteína	0,964	18	0,688	1,858	0,176
Dureza	0,866	18	0,015	----	----
Fragilidad	0,648	18	0,000	----	----
Viscosidad	0,465	18	<0,001	----	----
Cohesión	0,77	18	<0,001	----	----
Fuerza de adhesión	0,481	18	0,002	----	----
Gomosidad	0,43	18	<0,001	----	----
Masticabilidad	0,97	18	<0,001	----	----

4.2.2. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA

En la tabla 4.3, se puede observar que no existen diferencias significativas del porcentaje de humedad entre los tratamientos (p -valor $>0,05$). Sin embargo, para

las variables pH y proteína se pueden observar diferencias significativas entre los diferentes porcentajes de sustitución parcial de harina de pitahaya roja (p -valor $<0,05$).

Tabla 4. 3. Análisis de varianza de las variables humedad, cenizas y acidez.

FV	%Humedad	pH	%Proteína
T1 (30% harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,89±0,01 ^a	5,78±0,01 ^a	6,39 ±0,02 ^c
T2 (25% harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,81±0,01 ^a	5,89±0,02 ^{ab}	6,68 ±0,02 ^{bc}
T3 (20% harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,86±0,01 ^a	6,21±0,02 ^{abc}	6,81 ±0,02 ^b
T4 (15% harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,85±0,01 ^a	6,56 ±0,02 ^c	6,93 ±0,02 ^{ab}
T5(10% harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,62±0,01 ^a	6,51 ±0,02 ^{bc}	7,27 ±0,01 ^a
T6(5% harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,82±0,01 ^a	6,56±0,01 ^c	7,01 ±0,02 ^{ab}
P-VALOR	0,654	0,002	0,000

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

4.2.3. HUMEDAD

La prueba de comparación múltiple de Tukey ordenó a los tratamientos en un solo rango (a), lo cual indica que no presentaron diferencias significativas entre sí, el tratamiento con menor humedad fue el T4 (3,85±0,01) y el de mayor humedad el T1 (4,89±0,01). En este sentido, es importante mencionar que la humedad desempeña un papel crucial en la calidad y conservación de las galletas.

Este parámetro está directamente relacionado con la vida útil del producto, siendo un factor determinante en su estabilidad microbiológica y organoléptica y según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2085, indica que el contenido máximo de humedad permisible en galletas es del 10%. En el presente estudio, los diversos tratamientos analizados arrojaron resultados que oscilan entre el 3,85% y el 4,89%, lo cual indica que todas las muestras evaluadas se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, garantizando así su idoneidad para el consumo y una vida útil prolongada.

4.2.4. pH

De acuerdo a los resultados de ANOVA se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey para la variable pH y ordenó a los tratamientos en 3 subconjuntos homogéneos (a, b, c) por ende, el tratamiento T1 al presentar un rango distinto (a), tiene diferencia significativa frente a los tratamientos T4 y T6 (c), sin embargo, los tratamientos T2, T3 y T4 compartieron grupos.

El tratamiento que presentó menor pH fue el T1 ($5,78 \pm 0,01$) y los de mayor valor son los tratamientos T4 ($6,56 \pm 0,02$) y T6 ($6,56 \pm 0,01$) sin embargo, todas las formulaciones de galletas presentaron niveles de pH dentro del límite permitido por la norma INEN 2085 para galletas que están entre 5,5 y 9,4.

Los resultados de pH para galletas con harina de cáscaras de pitahaya roja se encuentran relacionados a los citados por Muñoz et al. (2024), quienes presentaron resultados de pH entre 6,17 y 6,80 en galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya. Guardando relación con lo anterior, Muñoz (2020) argumenta que el pH es un buen indicador del estado general de las galletas, debido a que incide en diferentes procesos de alteración y estabilidad del producto, así como en la proliferación de microorganismos.

4.2.5. PROTEÍNA

Los resultados de ANOVA determinaron diferencia significativa ($p_valor < 0,05$) entre tratamientos, destacando que el porcentaje de harina de cáscaras de pitahaya influye en el contenido proteico de las galletas. En este sentido, la prueba Tukey determinó que el T5 (10% de harina de cáscaras de pitahaya) ($7,27 \pm 0,01\%$), seguido del T6 (5% de harina de cáscaras de pitahaya) ($7,01 \pm 0,02\%$) presentaron un mayor porcentaje de este nutriente, mientras que, el T1 (30% de harina de cáscaras de pitahaya) tuvo el contenido de proteína más bajo ($6,39 \pm 0,02\%$), resaltando que el contenido de proteína disminuye a medida que se aumenta la harina de cáscaras de pitahaya en la formulación de las galletas.

La norma INEN 2085 (2005) establece un mínimo de proteína de 3%, por lo cual, se puede considerar que todos los tratamientos cumplieron con lo especificado, sin embargo, se logró evidenciar que la sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya influye en el contenido final del nutriente. Lo anterior revela que el contenido de proteína de las materias primas influye en la calidad final de las galletas, en este sentido, González (2023) establece que las cáscaras de pitahaya contienen un 8,70% de proteína, mientras que, conforme a Toapanta (2023) la harina de trigo generalmente presenta un valor mayor al 10%.

4.2.6. CALIDAD MICROBIOLÓGICA

Los resultados presentados en la Tabla 4.4 demuestran que todos los tratamientos analizados exhiben recuentos de mohos y levaduras inferiores al límite máximo permisible de $1,0 \times 10^2$ Unidades Propagadoras de Colonias por gramo (UPC/g), establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2085. Estos hallazgos no solo validan la inocuidad de las galletas para el consumo humano, sino que también son indicativos de la implementación efectiva de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) durante el proceso de elaboración. La conformidad con estos estándares microbiológicos subraya la calidad e inocuidad del producto final, reflejando un riguroso control en las etapas de producción y manipulación.

Tabla 4. 4. Resultados de análisis de hongos y levaduras de las galletas de sustitución parcial de harina de pitahaya roja.

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
T1R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T1R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T1R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T2R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T2R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T2R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T3R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T3R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T3R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T4R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T4R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T4R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T5R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T5R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T5R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T6R1	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T6R2	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹
T6R3	Mohos y Levaduras	UPC/g	<1,0x10 ¹

4.2. TEXTURA DE LA GALLETA DULCE A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA MEDIANTE ANÁLISIS REOLÓGICO

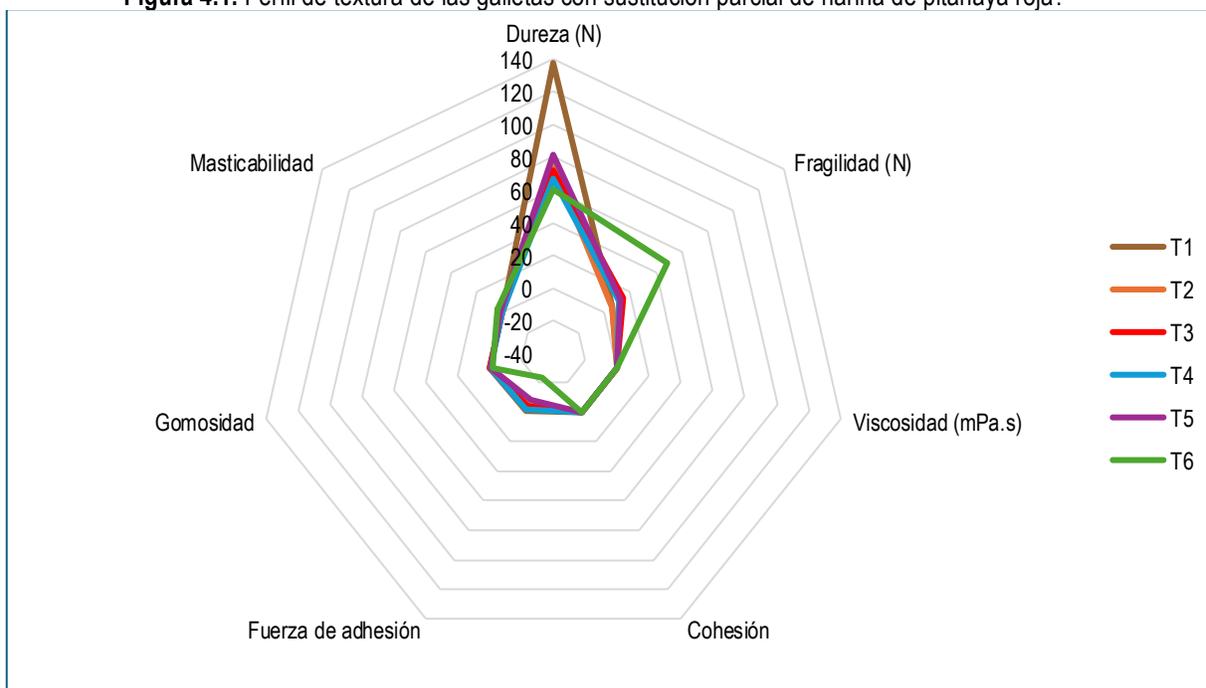
Los resultados del análisis estadístico, determinaron que ninguna variable del perfil de textura cumplió con los supuestos del Anova, por lo cual, se procedió a realizar la prueba de Kruskal Wallis (tabla 4.5) determinando que únicamente las variables de dureza, fragilidad, viscosidad y fuerza de adhesión presentaron diferencia significativa ($p_{\text{valor}} < 0,05$). No obstante, las variables de cohesión, gomosidad y masticabilidad presentaron un $p_{\text{valor}} > 0,05$ (figura 4.1).

Tabla 4.5. Perfil de textura de las galletas con sustitución parcial de harina de pitahaya roja.

FV	Dureza (N)	Fragilidad (N)	Viscosidad (mPa.s)	Cohesión	Fuerza de adhesión	Gomosidad	Masticabilidad
T1 (30% harina de pitahaya roja)	137,59 ±0,01 ^b	5,96±0,01 ^b	-0,02±0,01 ^b	0,000 ^a	-0,927 ±0,02 ^c	-0,000 ^a	0,000 ^a
T2 (25% harina de pitahaya roja)	75,59 ±0,02 ^{ab}	5,19±0,01 ^a	-0,19±0,02 ^b	0,000 ^a	-6,49±0,02 ^{bc}	-0,000 ^a	0,000 ^a
T3 (20% harina de pitahaya roja)	71,86 ±0,02 ^{ab}	14,44±0,01 ^e	-0,10±0,01 ^b	0,000 ^a	-3,66±0,02 ^{bc}	-0,000 ^a	0,000 ^a
T4 (15% harina de pitahaya roja)	66,79 ±0,01 ^a	11,22±0,02 ^c	-0,02±0,02 ^b	0,001±0,01 ^a	-1,98±0,02 ^{bc}	-0,49±0,02 ^a	0,139±0,01 ^a
T5 (10% de harina de pitahaya roja)	81,48±0,01 ^{ab}	12,35±0,02 ^d	-0,17±0,02 ^b	-0,001±0,01 ^a	-8,87±0,02 ^b	-0,68±0,02 ^a	1,354±0,01 ^a
T6 (5% de harina de pitahaya roja)	60,27±0,01 ^a	48,91±0,02 ^f	-0,71±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a	23,29±0,02 ^a	-1,85±0,02 ^a	3,234±0,01 ^a
P-VALOR	0,027	<0,001	<0,001	0,908	<0,001	0,884	0,127

*Las letras muestran los grupos de subconjuntos homogéneos.

Figura 4.1. Perfil de textura de las galletas con sustitución parcial de harina de pitahaya roja.



4.2.1. DUREZA

La prueba de subconjuntos homogéneos ordenó a los tratamientos en dos rangos (a,b), lo cual indicó que el tratamiento T1 (30% de harina de pitahaya roja) al presentar un rango distinto (^b) fue significativamente diferente frente al tratamiento T4 (15% de harina de pitahaya roja), no obstante los tratamientos T2 (25% de harina de pitahaya roja), T3 (20% de harina de pitahaya roja) y T5 (10% de harina de pitahaya roja) al presentar un mismo rango (^{ab}) no presentaron diferencia estadística entre sí.

Se logró determinar que el tratamiento que presentó menor dureza es el T6: $60,27 \pm 0,01$ N, mientras que, el de mayor valor fue el T1 (30% de harina de pitahaya) $137,59 \pm 0,01$ b N; lo cual indica que al sustituir parcialmente el 30% de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya aumenta la dureza de las galletas, caso contrario de la formulación con el 10% de harina de pitahaya (T6) donde el valor fue de $60,27$ N $\pm 0,01$ ^a

4.2.2. FRAGILIDAD

La prueba de subconjuntos homogéneos de Tukey para la variable fragilidad, clasificó los tratamientos en diferentes rangos, indicando diferencias significativas entre ellos ($p_valor < 0.05$). Se determinó que el tratamiento con mayor fragilidad fue el T6 (5% de harina de cáscaras de pitahaya roja) con $48,91 \pm 0,02$, mientras que el de menor fragilidad fue el T2 (25% de harina de cáscaras de pitahaya roja) con $5,19 \pm 0,01$. Esto sugiere que, al disminuir el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de pitahaya, la fragilidad de las galletas aumenta notablemente, siendo más evidente este efecto en concentraciones más altas (25-30%).

Los tratamientos T2 (25%), T3 (20%), T4 (15%), y T5 (10%) muestran una progresión gradual en los valores de fragilidad, lo que indica que incluso pequeñas variaciones en el porcentaje de harina de pitahaya afectan significativamente esta propiedad textural.

Esta tendencia sugiere que la incorporación de harina de cáscaras de pitahaya roja influye significativamente en las propiedades texturales de las galletas, particularmente en su fragilidad, posiblemente alterando la estructura de la masa y las interacciones entre los componentes durante el horneado (López y Rodríguez, 2022).

4.2.3. VISCOSIDAD

Los datos de viscosidad mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$) en relación con el porcentaje de harina de cáscaras de pitahaya roja incorporada en los diferentes tratamientos de galletas. Al ser la viscosidad una propiedad clásica de los fluidos y al ser las galletas un producto sólido horneado, los valores presentados hacen referencia a otras propiedades texturales de las galletas, relacionadas con su consistencia o resistencia a la deformación.

En la presente investigación los valores de viscosidad se presentan negativos en un rango de -0,02 hasta -0,71 mPa.s, por lo que, estos resultados están directamente relacionados a las propiedades de expansión que tuvieron las galletas después del horneado (Real, 2022), es decir que las galletas no son viscoelásticas lo que se atribuye al nivel de harina y mantequilla con la que se prepara la masa para las galletas; que al mismo tiempo al mezclarse con las fibras insolubles de la harina de cáscaras de pitahaya (celulosa, lignina y algunas fracciones de hemicelulosa) dan lugar a soluciones de baja viscosidad (Espín, 2024).

4.2.4. FUERZA DE ADHESIÓN, COHESIÓN, GOMOSIDAD Y MASTICABILIDAD

Estas últimas variables relacionadas con la textura de la galleta, presentaron valores de 0 y en algunos casos negativos, lo cual indica a un nivel general que la textura de los diferentes tratamientos de las galletas son adhesivos, es decir que se adhieren al paladar cuando el producto es consumido, lo que conlleva a realizar un trabajo necesario para retirarlo. Esto puede deberse a la cantidad de carbohidratos aportados por la presencia de la harina de cáscaras de pitahaya roja, la cual posee

bajo contenido de gluten y no permite que el agua ligada ingrese y ayude a que la masa tenga un mejor comportamiento reológico (Morales, 2019).

Es importante mencionar que, en lo que corresponde a cohesión, gomosidad y masticabilidad, no se determinó diferencia significativa ($p_valor < 0,05$), estableciendo que el porcentaje de harina de cáscaras de pitahaya no influyó en estas características texturales de las galletas. En relación a lo anterior, es necesario resaltar estas variables influyen directamente en la experiencia de los consumidores y la percepción de la calidad de las galletas.

Conforme a Púa et al. (2019), la cohesión es un parámetro de textura clave para garantizar que las galletas mantengan una estructura adecuada y no se desmoronen fácilmente, mientras que, la gomosidad representa la combinación de la estructura de la masa, la interacción de las materias primas y la humedad, lo cual influye en la manera que el producto se comporta durante la masticación, por otro lado, la masticabilidad hace referencia a cómo se comporta la galleta y se desintegra durante el proceso de masticación.

4.3. CALIDAD SENSORIAL DE LA GALLETA DE HARINA DE CÁSCARAS DE PITAHAYA ROJA

El análisis de los datos presentados en la Tabla 4.5 revela diferencias estadísticamente significativas ($p_valor < 0,05$) mediante la prueba de Kruskal Wallis en todos los atributos sensoriales evaluados entre los distintos tratamientos. El tratamiento T6, que obtuvo la mayor aceptabilidad en los parámetros de color, olor, sabor y textura. Este resultado sugiere una preferencia marcada de los catadores por las características organolépticas conferidas por esta formulación específica. La superioridad del tratamiento T6 en todos los atributos sensoriales evaluados indica su potencial para satisfacer las preferencias de los consumidores, posicionándolo como la opción más prometedora entre todas las formulaciones analizadas en este estudio.

Tabla 4. 6. Test de Kruskal Wallis para los atributos sensoriales de los tratamientos.

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
T1 (30% harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,24±0,01 a	3,49±0,01 a	3,33±0,01 a	3,50±0,01 a

T2 (25% harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,66±0,01 ab	3,70±0,01 ab	3,64±0,01 ab	3,77±0,01 a
T3 (20% harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,37±0,01 ab	3,49±0,01 a	3,94±0,01 bc	3,61±0,01 a
T4 (15% harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,71±0,01 ab	3,59±0,01 ab	3,87±0,01 b	3,79±0,01 a
T5(10% de harina de cáscaras de pitahaya roja)	3,83±0,01 b	3,77±0,01 ab	4,04±0,01 bc	3,97±0,01 a
T6(5% de harina de cáscaras de pitahaya roja)	4,57±0,01 c	4,09±0,01 b	4,36±0,01 c	4,47±0,01 b
P-VALOR	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

*Las letras muestran los grupos de subconjuntos homogéneos.

De manera general se puede mencionar que el tratamiento con 5% de harina de cáscaras de pitahaya roja, tuvo una aceptación promedio de 4,37 (me gusta moderadamente) por el panel de catadores no entrenados, seguido por el tratamiento T5 con el 10% de harina de pitahaya roja con una aceptación del 3,90 (figura 4.2). Lo anterior revela que se logró obtener una mayor aceptación de las galletas, empleando un mejor contenido de harina de cáscaras de pitahaya en su elaboración.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La caracterización físicoquímica y bromatológica de las harinas de cáscaras de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), mostró potencial para ser utilizada en la formulación de galleta dulce, debido a que cumplió con todos los parámetros analizados.
- El tratamiento T5 (10% de harina de cáscaras de pitahaya), proporciona características adecuadas de humedad, pH y el porcentaje de proteína más alto, en base a la sustitución de harina de trigo por harina de pitahaya cumpliendo con los parámetros microbiológicos.
- Todos los tratamientos se ven afectados en la propiedad textural por los diferentes porcentajes de harina de cáscaras de pitahaya roja.
- El análisis sensorial realizado por el panel de catadores no entrenados, logró determinar que el tratamiento T6 (5% de harina de pitahaya roja), reflejó la mejor puntuación para los atributos de olor, color, sabor y textura.

5.2. RECOMENDACIONES

- Optimizar el proceso de obtención de la harina de cáscaras de pitahaya roja para maximizar su rendimiento y calidad nutricional, considerando factores como el método de secado y granulometría.
- Experimentar con diferentes tamaños de partícula de la harina de cáscaras de pitahaya para determinar si una molienda más fina o más gruesa a este nivel de sustitución (5%) puede mejorar aún más la textura
- Considerar la adición de pequeñas cantidades de hidrocoloides o emulsificantes que puedan complementar las propiedades de la harina de cáscaras de pitahaya y mejorar aún más la textura de la galleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2022). *Pitahaya en Ecuador*. Obtenido de <https://goo.su/vJ7em>
- Arauz, Y. M. (2020). *Oportunidades de exportación de productos*. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/>:
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2238/1/YIMBER-MICHAEL-ARAUZ-CARRE%C3%91O-PITAHAYA-ROJA.pdf>
- Bauer, R. (2003). *A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. s.l.: Cactaceae Systematics*.
- Bonilla, M. (2022). *Caracterización de pectina obtenida a partir de pitahaya roja*. Obtenido de <https://goo.su/Wyeu>
- Caiza, N. (2015). *“Efecto de la incorporación de oligofructosa, arándano deshidratado (Vaccinium myrtillus L.)”*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11976/1/AL%20568.pdf>
- Casas. (2015). Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/49977/bkjuradog.pdf?sequen>
- Corzo Ríos, L. e. (2016). *Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas*. Obtenido de *Propiedades Funcionales de Hoy*.
- Ecorae. (2001). *Opendio de recomendaciones tecnológicas para los principales*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43821.pdf>
- Enemegio, G. K. (04 de 2023). *Cáscara de pitahaya (Hylocereus undatus) como fuente de compuestos bioactivos en una galleta*. Obtenido de <https://eprints.uanl.mx/25434/1/1080328813.pdf>
- Espín, A. (2024). *Enriquecimiento de una galleta de trigo mediante la sustitución parcial con chía (Salvia hispanica L.)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/40577/1/CAL%20097.pdf>
- Face. (2023). *¿Qué es el gluten?* Obtenido de <https://celiacos.org/enfermedad-celiaca/que-es-el-gluten/>
- Fernández, B. (2020). *Cuidado con el trigo! ¿Dejar de comer trigo?* Obtenido de <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/por-que-dejar-de-comer-trigo/>
- Fernandez, M. (2018). *¿Son saludables las galletas?* Obtenido de <https://nutricionensalud.com/son-saludables-las-galletas/>

- Flores, E. (2022). *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo PARCIAL con harina de frijol Huallaquino Y Huasca (Phaseolus vulgaris) con diferente tamaño de partícula*. Obtenido de Facultad de Ingenierías alimentarias: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2295/TS_FC_EA_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y,
- Flores. (2018). *Desarrollo de una galleta dulce reducida en grasa y azúcar enriquecida con harina de amaranto*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/5586/Informe%20Final%20Practica%20Galletas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Forbes, H., Quested, T., & Connor, C. (2021). *UNEP Food Waste Index Report*. Obtenido de <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- Gaido, M. (30 de Julio de 2020). *¿Por qué consumir harinas refinadas en exceso es perjudicial para la salud?* Obtenido de La voz: <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/por-que-consumir-harinas-refinadas-en-exceso-es-perjudicial-para-salud/>
- González, k. (2023). *Cáscara de pitahaya (Hylocereus undatus) como fuente de compuestos bioactivos en una galleta: fibra dietaria, propiedades antioxidantes y bioaccesibilidad de compuestos fenólicos*. Obtenido de <https://eprints.uanl.mx/25434/1/1080328813.pdf>
- Haro, J. N. (2020). *Microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante extraídas a partir de la*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30832/1/BQ%20218.pdf>
- Haro, J. N. (2020). *Microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante extraídas a partir de la cáscara de pitahaya roja (Hylocereus undatus)*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2008000200004&..>
- Infoagro. (2015). *El cultivo de la pitahaya*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el-cultivo_pitahaya.asp
- Jácome-Pilco, C. L.-G.-C.-I. (2023). *Utilización Industrial de la pitahaya*. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-PotencialUsoDeLaPitahayaHylocerusUndatusEnLaIndust-9124156.pdf>
- Llumiquinga, N. (2022). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34932/1/AL%20823.pdf>

- López, E. y Kuening (2018). Elaboración de galletas dulces enriquecidas con harinas sucedáneas: Kiwicha, Arroz y Ajonjolí. [Tesis Pre-grado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Callao. <https://1library.co/document/z1dmpvdz-elaboracion-galletas-dulces-enriquecidas-harinas-sucedaneas-kiwicha-ajonjoli.html>
- López, E; Rodríguez, M. (2022). Elaboración y evaluación sensorial de galleta a base de harina de cáscara de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) saborizada con albahaca (*Ocimum basilicum*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). *MLS Health & Nutrition Research*, 1(1), 71-81. <https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition/article/view/830/1494>
- María de Lourdes Vargas, H. F. (2018). *Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/104/10458194006/html/>
- Mármol, M. (2021). *¿Existe alguna galleta saludable?* Obtenido de <https://www.martamarmol.com/existe-alguna-galleta-saludable/>
- Martínez, L. (2017). *Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol*. Obtenido de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-8/>
- Mercado, S. E. (2018). *Pitaya-Hylocereus undatus*. *Exotic Fruits* 339-349.:
- Morales, E. (2019). *Efecto del consumo de una galleta de avena (Avena sativa L.) y aislado proteico de chícharo (Pisum sativum) en un modelo in vivo de dislipidemia mixta* [Tesis tipo de posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional DGBSDI-UAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9122?mode=full>
- Muñoz, J; García, J; Arévalo, L y Cedeño, J. (2024). Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya (*hylocereus undatus*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, Bolivia*, 11(1), 18-30. <https://riarn.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/319/265>
- Muñoz, M. (2020). *Desarrollo de una galleta a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja (Citrus × sinensis) y zanahoria (Daucus carota)*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15267/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-64.pdf>
- NMX-F-006. (1983). *Alimentos. Galletas*. Obtenido de Dirección General de Normas: https://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-F-006-1983_GALLETAS.pdf

- NTE INEN 2085. (2005). *Galletas. Requisitos*. Obtenido de <https://ia904701.us.archive.org/13/items/ec.nte.2085.2005/ec.nte.2085.2005.pdf>
- Oliva Chávez, O. H., y Fragoso Díaz, S. (2013). *Consumo de comida rápida y obesidad, el poder de la buena alimentación en la salud*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4981/498150315010.pdf>
- Olvera, E., Orellana, D., y Segarra, K. (2013). *Desarrollo de estrategias para incrementar la exportación de pitahaya hacia los mercados de Holanda y*. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7c06c83e-984b-43a9-ab69-1663e5b047b0/content>
- Ortega, A., Andrade, L. y Vargas, M (2018). *Producción de pitahaya para promover el desarrollo regional y sustentable*. Obtenido de <https://ru.iiec.unam.mx/4299/>
- Púa, A; Barreto, J; Osorio, J y Duque, A. (2019). Perfil sensorial de una galleta a base de harina de quinua enriquecida con omega 3. *Revista GIPAMA*, 1(1), 214-226. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/download/3220/3703/14767>
- Pulgar, F. S. (2021). “*Caracterización nutricional y de tratamientos Post-cosecha del tipo de pitahaya (Hylocereus undatus)*”. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15519/1/27T00471.pdf>
- Rajesh Banu, G. K. (2020). *Food waste to valuable resources: applications and management*. Obtenido de Academic Press.
- Real, A. (2022). *Plan de negocios para la creación de una empresa fabricante de compota para infantes en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30554/1/AL%20720.pdf>
- Rengifo, B. (2020). *Elaboración de galleta dietética con sustitución parcial de harina de moringa (moringa oleífera) en Pucallpa*. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4648/UNU_AGROINDUSTRIAS_2020_T_BRUNO-RENGIFO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rivas, C. (2018). Isoterma de langmuir y freundlich como modelos para la adsorción de componentes de ácido nucleico sobre WO₃. *Revista Saber*, 13-15.
- Rodríguez, C. A. (2018). Producción y comercialización de pitahayas en México. Obtenido de *Claridades Agropecuarias*, no. 82, 2000, pp. 3-22, ISSN 0188-9974.

- Rubio, A. (1 de Diciembre de 2022). Añade fibra y nutrientes a tu dieta con las cáscaras de frutas y verduras. Obtenido de [https://www.sport.es/laborsadelcorredor/anade-fibra-y-nutrientes-a-tu-dieta-con-las-cascaras-de-frutas-y-verduras/#:~:text=Composici%C3%B3n%20y%20propiedades%20de%20las%20c%C3%A1scaras&text=Nos%20ayuda%20a%20mantener%20la,coles%20terol\)%20y%20otras%20afeccio](https://www.sport.es/laborsadelcorredor/anade-fibra-y-nutrientes-a-tu-dieta-con-las-cascaras-de-frutas-y-verduras/#:~:text=Composici%C3%B3n%20y%20propiedades%20de%20las%20c%C3%A1scaras&text=Nos%20ayuda%20a%20mantener%20la,coles%20terol)%20y%20otras%20afeccio)
- Sagar, N. A. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible. Obtenido de *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*,: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>
- Sánchez, M. y. (2023). Efecto de la temperatura de ultracongelación en la actividad antioxidante de la pitahaya roja (*Selenicereus undatus*)". Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc2bce4d-16be-4a93-a31d-c8f2dcf336e4/content>
- Toapanta, E. (2023). *Influencia del uso de cultivos andinos (camote morado (Ipomoea batatas L.) y oca blanca (Oxalis tuberosa)) en el desarrollo de galletas dulces*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37922/1/CAL%20047.pdf>
- Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S., y Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Urcia, J., y Veronna, A. (2023). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Revista Scientia Agropecuaria*, 18-42.
- UTPL. (2022). Uso de subproductos, nueva tendencia en la producción de alimentos. Obtenido de <https://noticias.utpl.edu.ec/uso-de-subproductos-nueva-tendencia-en-la-produccion-de-alimentos>
- Vargas Tierras, Y. B., Pico., J. T., Díaz, A., Sotomayor Akopyan, D A., Burbano, A., Caicedo, C., ... & Viera, W. (2020). *Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A. R., Barat, J. M., & Grau, R. (2016). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 307-317. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041018.pdf>

- Vera, N. A. (Noviembre de 2015). "Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial, para el Departamento de Nutrición de la facultad de medicina de la universidad de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137798/Entrenamiento-de-unpanel-de-evaluacion-sensorial-para-el-Departamento-de-Nutricion-de-la-Facultadde-Medicina-de-la-Universidad-de-Chile.pdf?sequence=1>
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., y Paucar-Menacho, Luz María. (2020). Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. Obtenido http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300439

ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la harina de cáscaras de pitahaya



Anexo 2. Análisis de gluten de la harina de cáscara de pitahaya



Orden de trabajo N°240493
Informe N° 240493
Hoja 1 de 1

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: YURDDY OCAMPO
Dirección: Calceta - Bolivar
Muestra: Harina de cáscara de pitahaya roja
Descripción de la muestra: Polvo
Fecha Elaboración: 25 de enero del 2024
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 01 de febrero del 2024
Lote: ---
Localización: ---
Envase: Polietileno
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 02 de febrero del 2024
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 02 - 07 de febrero del 2024
Fecha de emisión del informe: 07 de febrero del 2024
Condiciones ambientales: 22,9°C 45%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Alérgeno / gluten	mg/kg	Elisa	11,30

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada, tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

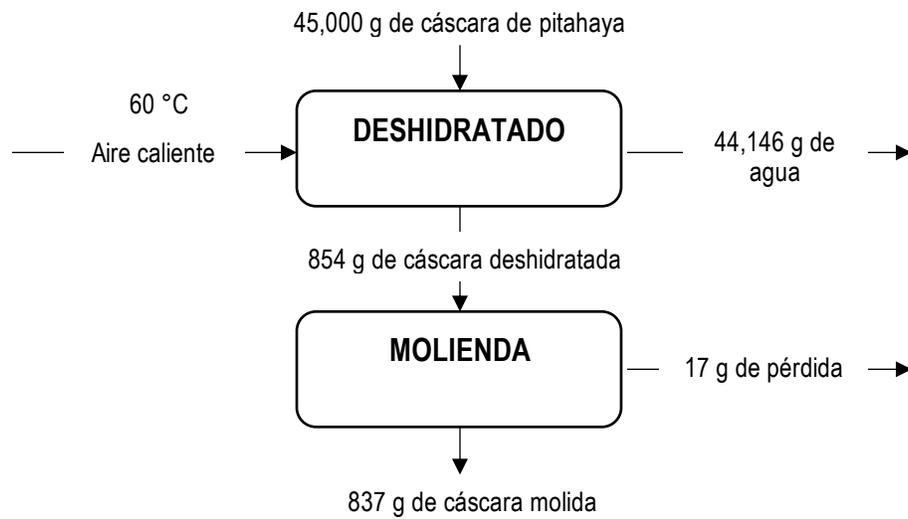
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE. ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo 3. Balance de masa de harina de harina de cáscara de pitahaya

Anexo 4. Resultados de análisis bromatológicos de la harina de cáscaras de pitahaya



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
 MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIANTES: YURDDY ANTONELLA OCAMPO MENDIETA
 XIMENA MICHELLE VILLAMIL ACOSTA

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE COMIENZO: 25 de marzo 2024

FECHA DE REALIZACIÓN: 27 de marzo 2024

MUESTRAS TRABAJADAS: 1

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

HARINA DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (HYLOCEREUS UNDATUS)

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	%	9.64
Ceniza	%	2.00
Índice de acidez	Mg KOH/g	0.156

ING. JORGE YECA BELGADO
TÉCNICO DEL LABORATORIO



Anexo 5. Elaboración de galletas dulce con harina de cáscaras de pitahaya roja



Anexo 6. Análisis físico-químicos de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja



Anexo 7. Análisis microbiológico de las galletas dulce con harina de cáscaras de pitahaya roja



Anexo 8. Resultados de pH de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

MANUEL FÉLIZ LÓPEZ

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ARÉA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIANTES: YURDDY ANTONELLA OCAMPO MENDIETA
XIMENA MICHELLE VILLAMIL ACOSTA

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE COMIENZO: 23 de mayo 2024

FECHA DE REALIZACIÓN: 23 de mayo 2024

MUESTRAS TRABAJADAS: 18

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

GALLETAS DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (HYLOCEREUS UNDATHUS)

PARÁMETROS	UNIDAD		RESULTADO
pH	%	T1R1	5.84
pH	%	T1R2	5.79
pH	%	T1R3	5.71
pH	%	T2R1	6.02
pH	%	T2R2	5.58
pH	%	T2R3	6.08
pH	%	T3R1	6.28
pH	%	T3R2	6.19
pH	%	T3R3	6.16
pH	%	T4R1	6.28
pH	%	T4R2	6.92
pH	%	T4R3	6.50
pH	%	T5R1	6.36
pH	%	T5R2	6.48
pH	%	T5R3	6.70
pH	%	T6R1	6.36
pH	%	T6R2	6.91
pH	%	T6R3	6.43




ING. JORGE TECCA DELGADO
TÉCNICO DEL LABORATORIO

Anexo 9. Resultados de análisis de humedad de las galletas dulces con harina de cáscara de pitahaya roja



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIANTES: YURDDY ANTONELLA OCAMPO MENDIETA
 XIMENA MICHELLE VILLAMIL ACOSTA

DIRECCIÓN: CALCETA
FECHA DE COMIENZO: 23 de mayo 2024
FECHA DE REALIZACIÓN: 23 de mayo 2024
MUESTRAS TRABAJADAS: 18

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

GALLETAS DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (HYLOCEREUS UNDATUS)

PARÁMETROS	UNIDAD		RESULTADO
Humedad	%	T1R1	4.98
Humedad	%	T1R2	5.26
Humedad	%	T1R3	4.43
Humedad	%	T2R1	4.76
Humedad	%	T2R2	5.03
Humedad	%	T2R3	4.66
Humedad	%	T3R1	5.08
Humedad	%	T3R2	4.02
Humedad	%	T3R3	5.48
Humedad	%	T4R1	3.70
Humedad	%	T4R2	3.18
Humedad	%	T4R3	4.68
Humedad	%	T5R1	4.23
Humedad	%	T5R2	5.21
Humedad	%	T5R3	4.42
Humedad	%	T6R1	4.70
Humedad	%	T6R2	3.26
Humedad	%	T6R3	6.50


ING. JORGE TECA DELGADO
 TÉCNICO DEL LABORATORIO
 

Anexo 10. Resultados de análisis microbiológicos de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja

República del Ecuador



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS		Página 1 de 2	
CLIENTE:	Yurddy Antonella Ocampo Mendieta Ximena Michelle Villamil Acosta	Nº DE ANÁLISIS:	18
DIRECCIÓN:	CALCETA – ESPAM MFL		
TELEFONO:	0989322418 - 0969942158	Fecha de recibido:	10/05/2024
NOMBRE DE LA MUESTRA:	“Galleta dulce de cáscara de pitahaya”		10/05/2024
CANTIDAD RECIBIDA:	18	Fecha de reporte:	13/05/2024
TIPO DE ENVASE:	Fundas ziploc de 100 g de capacidad	Fecha de muestreo:	10/05/2024
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Fecha de análisis:	N/A
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	Responsables del muestreo:	N/A

Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aceptabilidad de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para galletas simples, según las directrices proporcionadas por las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005

Parámetros	Valores de guía recomendados para galletas simples			
	Satisfactorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Recuento de Mohos y Levaduras UPC/g	$<1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2 \leq x \leq 2,0 \times 10^2$	$\geq 2,0 \times 10^2$	-

Tabla 2. Resultados de parámetros microbiológicos de galleta dulce de cáscara de pitahaya.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PARÁMETROS SOLICITADOS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T1R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T1R3	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T2R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T2R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T2R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T3R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T3R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T3R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	

* $<1.0 \times 10^1$: En una serie de tres (3) placas examinadas no contienen unidades propagadoras de colonias (UPC)

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



firmado electrónicamente por:
MARIO RENE LOPEZ
VERA

Ing. Mario López Vera, M.Sc.

TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

Oficinas Centrales
Calle 10 de agosto y Granda Centeno
Telfs.: (05) 2685 134/156
rectorado@espam.edu.ec

Campus Politécnico
Sitio el Limón, Calceta
Telfs.: (05) 3028904/3028838
www.espam.edu.ec

República del Ecuador


**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**


REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS		Página 2 de 2	
CLIENTE:	Yurddy Antonella Ocampo Mendieta Ximena Michelle Villamil Acosta	Nº DE ANÁLISIS:	18
DIRECCIÓN:	CALCETA – ESPAM MFL		
TELEFONO:	09889322418 - 0969942158	Fecha de recibido:	10/05/2024
NOMBRE DE LA MUESTRA:	“Galleta dulce de cáscara de pitahaya”		10/05/2024
CANTIDAD RECIBIDA:	18	Fecha de reporte:	13/05/2024
TIPO DE ENVASE:	Fundas ziploc de 100 g de capacidad	Fecha de muestreo:	10/05/2024
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Fecha de análisis:	N/A
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	Responsables del muestreo:	N/A

Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aceptabilidad de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para galletas simples, según las directrices proporcionadas por las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005

Parámetros	Valores de guía recomendados para galletas simples			
	Satisfactorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Recuento de Mohos y Levaduras UPC/g	$<1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2 \leq x \leq 2,0 \times 10^2$	$\geq 2,0 \times 10^2$	-

Tabla 2. Resultados de parámetros microbiológicos de galleta dulce de cáscara de pitahaya.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PARÁMETROS SOLICITADOS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T4R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T4R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T4R3	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T5R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T5R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T5R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T6R1	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T6R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	
T6R2	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $< 1.0 \times 10^1$	

* $<1.0 \times 10^1$: En una serie de tres (3) placas examinadas no contienen unidades propagadoras de colonias (UPC)

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



firmado electrónicamente por:
MARIO RENE LOPEZ
VERA

Ing. Mario López Vera, M.Sc.

TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

Oficinas Centrales
Calle 10 de agosto y Granda Centeno
Telfs.: (05) 2685 134/156
rectorado@espam.edu.ec

Campus Politécnico
Sitio el Limón, Calceta
Telfs.: (05) 3028904/3028838
www.espam.edu.ec

Anexo 11. Resultados de análisis de proteína de las galletas dulces con harina de cáscaras de pitahaya roja



Facultad de Ingeniería Industrial
y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial

Manta, 25 de julio del 2024

Facultad de Ingeniería Industrial y Arquitectura

CERTIFICO: Que los resultados presentados en la siguiente tabla corresponden a las muestras de los estudiantes:

1. Yurddy Antonella Ocampo Mendieta con CI 0804606671
2. Ximena Michelle Villamil Acosta con CI 1315621746

Pertenecientes a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, los análisis fueron realizados en el laboratorio de Química de la carrera de Ingeniería Industrial y Alimentos, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, siendo estos los siguientes parámetros:

Parámetro Bromatológico
Proteína total

Dichos análisis corresponden al proyecto "SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CÁSCARA DE PITAHAYA EN UNA GALLETA DULCE"



Ing. Fernando José Veloz Párraga
DOCENTE CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ALIMENTOS
DIRECTOR DE LABORATORIO

Av. Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec

UleamEcuador

Uleam



Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Industrial

INFORME DE RESULTADOS

ESTUDIANTE:	YURDDY OCAMPO	FECHA DE MUESTREO:	15/07/2024
DIRECCIÓN:	CALCETA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	18/07/2024
PARROQUIA:	N/A	FECHA DE FINALIZACIÓN	23/07/2024
UNIDAD/PESO:	1/200g	RESULTADOS:	
TIPO DE ENVASE:	FUNDA ZIPLOC	NORMA DE REFERENCIA:	N/A
TIPO DE MUESTRA:	HARINA DE CASCARA DE PITAHAYA		

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS	LOTE	LIMITES		METODO ANALITICOS
				MIN	MAX	
Proteína	%	4,85	-	-	-	PEE/CESECCA/QC/15 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2001.11 NTE INEN 465: 1980

Observaciones

Ing. Fernando José Veloz Párraga

Av. Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec

 UleamEcuador

Uleam

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/62623

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: SRTA. YURDDY OCAMPO
 ATENCIÓN: SRTA. YURDDY OCAMPO
 DIRECCIÓN: CALCETA
 ESPECIE: N/A
 TIPO DE ENVASE: FUNDAS ZIPLOC
 No. CAJAS: N/A
 UNIDADES/PESO: 1/200g.
 MARCA: N/A
 PAIS DE DESTINO: N/A
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: GALLETAS CON CASCARA DE PITAHAYA Y HARINA DE PITAHAYA

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: N/A
 FECHA DE INGRESO: 15/07/2024
 FECHA INICIO DE ENSAYO: 18/07/2024
 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 24/07/2024
 FECHA EMISION RESULTADOS: 24/07/2024
 FACTURA: 001-10000000357
 ORDEN: 62623
 TIPO DE PRODUCTO: N/A

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
					Mínimo	Máximo	
Proteína	TSR2	%	7,31	-	-	-	PEE/CESECCA/001/15 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023, 2001.11 NTE INEN 465: 1980

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.

Nota 3: Para la declaración de la conformidad se considerará el resultado con el intervalo de la incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.

Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlo a través de la página web: www.uleam.edu.ec o el correo electrónico: uleam.cesecca@yahoo.com.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Patricia Santana Ponce
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA

Ing. Fernando Veloz Párraga
 Director General
 CESECCA

Anexo 12. Análisis de textura

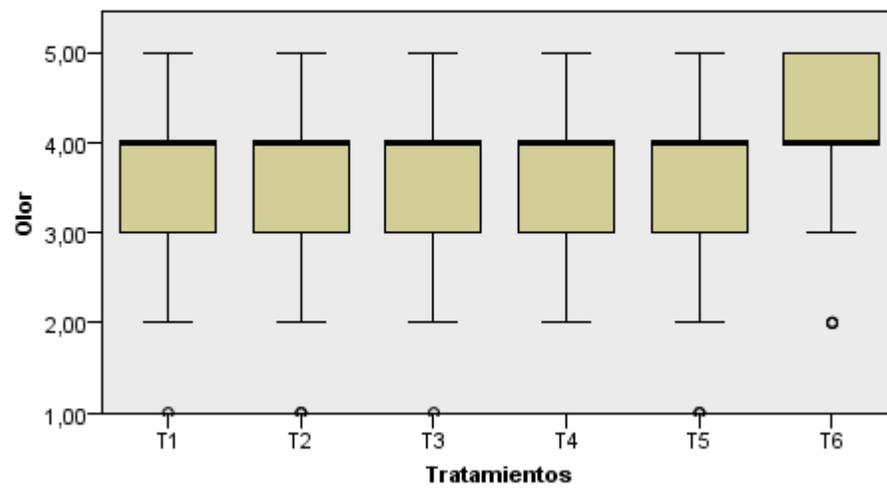
Anexo 13. Análisis sensorial con catadores no entrenados



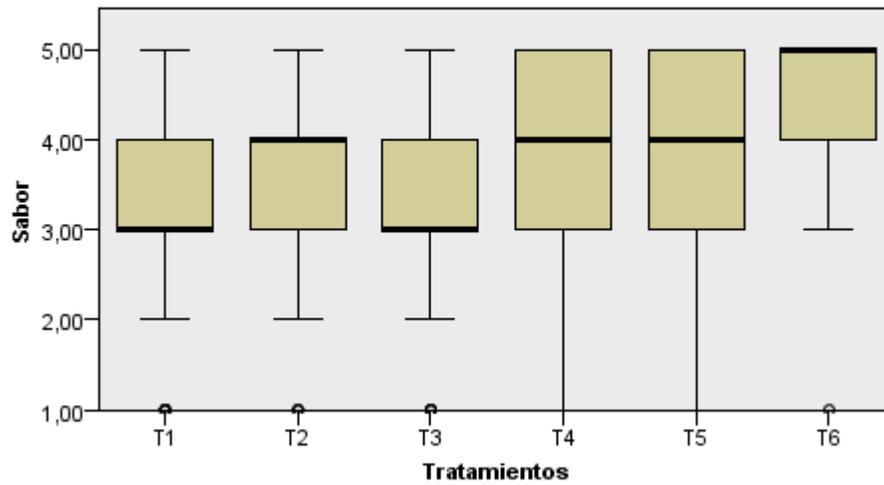
Anexo 14. Prueba de Kruskal Wallis para las variables sensoriales

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Olor es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Sabor es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

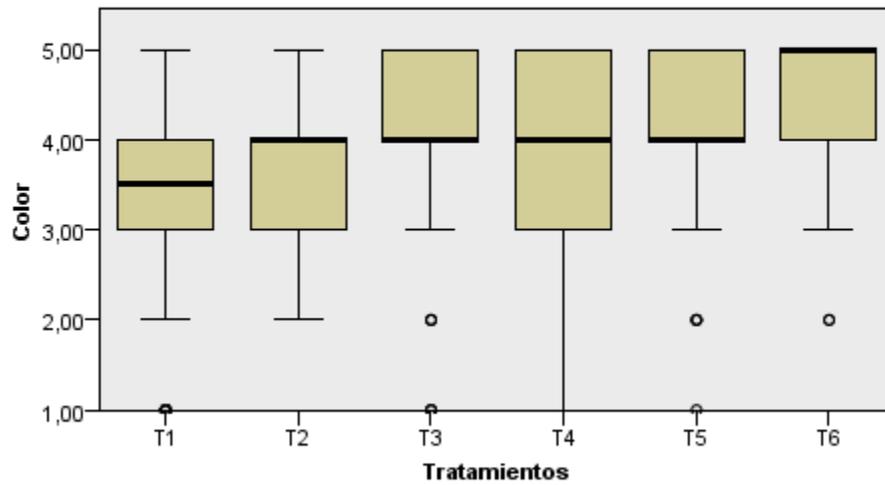
Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



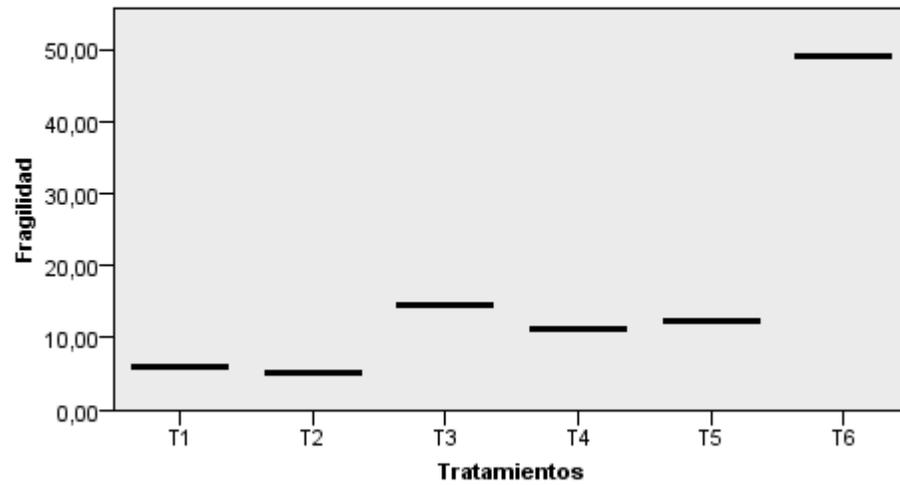
Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



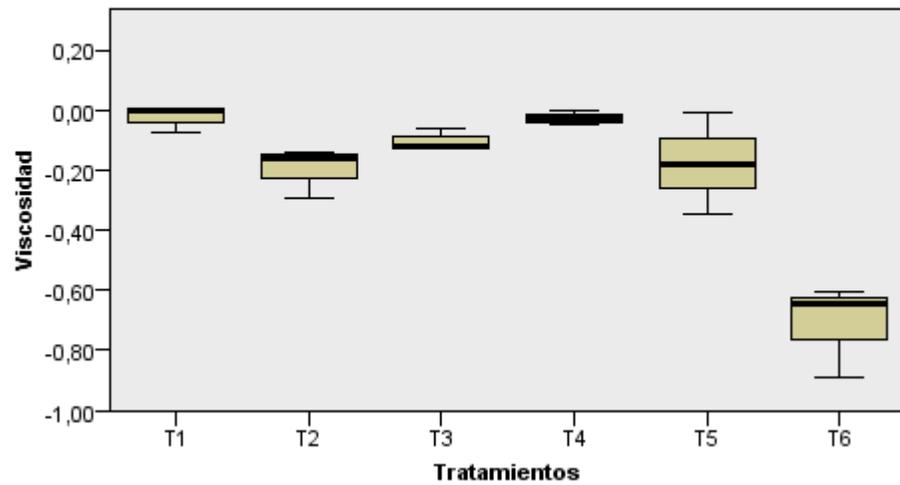
Anexo 15. Prueba de Kruskal Wallis para las variables independientes

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,136	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Fragilidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,005	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Viscosidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,024	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Cohesion es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,321	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de Fuerza adhesiva es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de Gomosidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,337	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de Masticabilidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,052	Retener la hipótesis nula.
8	La distribución de Elasticidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,344	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

