



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**Formulación de una mezcla seca para repostería a partir de placenta y
cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

**SIVISAPA PAUTA CECILIA DEL CISNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PALADINES TORRES YULIANA YAMILETH
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**Formulación de una mezcla seca para repostería a partir de placenta
y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

**SIVISAPA PAUTA CECILIA DEL CISNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PALADINES TORRES YULIANA YAMILETH
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Formulación de una mezcla seca para repostería a partir de
placenta y cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.)**

**SIVISAPA PAUTA CECILIA DEL CISNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PALADINES TORRES YULIANA YAMILETH
INGENIERA EN ALIMENTOS**

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN

**MACHALA
2024**

FORMULACIÓN DE UNA MEZCLA SECA PARA REPOSTERIA A PARTIR DE PLACENTA Y CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.).

por YULIANA YAMILETH PALADINES TORRES

Fecha de entrega: 19-sep-2024 09:31a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2458966325

Nombre del archivo:

FORMULACIÓN_DE_UNA_MEZCLA_SECA_PARA_REPOSTERIA_A_PARTIR_DE_PLACENTA_Y_CASCARILLA_DE_CACAO_Theobroma_cacao_L_.pdf
(1.8M)

Total de palabras: 16605

Total de caracteres: 93452

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, primero y principalmente, a mis padres. Ustedes son la razón de mi esfuerzo y perseverancia. Cada página de este trabajo está impregnada de su amor, sus enseñanzas y sus sacrificios. Este logro es tan suyo como mío.

A las futuras generaciones de Ingenieros en Alimentos, les dedico este trabajo con la esperanza de que encuentren inspiración y conocimientos valiosos.

Y finalmente, me lo dedico a mí misma. Me siento profundamente orgullosa de esta aportación y de la persona en la que me he convertido a lo largo de este proceso.

Que este trabajo sea un recordatorio de que con esfuerzo, dedicación y el apoyo de quienes nos rodean, podemos alcanzar nuestros sueños y contribuir significativamente a nuestra profesión y a la sociedad.

Yuliana Yamileth Paladines Torres.

DEDICATORIA

Dedico el fruto de este esfuerzo, primordialmente, a mi Señor Jesús, fuente inagotable de sabiduría, inteligencia, paciencia, disciplina y amor. Su guía divina ha sido el faro que ha iluminado mi camino en cada paso de este viaje académico.

A mis amados padres, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido el motor que me ha impulsado a perseverar. Este logro es tan suyo como mío, pues en cada página se refleja su dedicación y sacrificio.

A mi yo del pasado, por su valentía al no rendirse ante las adversidades; a mi yo del presente, por la perseverancia que ha demostrado en cada desafío; ya mi yo del futuro, como un recordatorio tangible de que los sueños se materializan con esfuerzo, dedicación y fe inquebrantable.

Extiendo esta dedicatoria a todos aquellos que creyeron en mí, que me brindaron su apoyo incondicional y aportaron, de una u otra manera, a la consecución de este logro. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo, ha sido un ladrillo en la construcción de este sueño.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los que se atreven a soñar en grande y persiguen sus metas con pasión. Que estas páginas sirvan de inspiración y recordatorio de que, con determinación y fe, no existen límites para lo que podemos lograr.

Cecilia Del Cisne Sivilapa Pauta.

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa de mi vida académica, deseo expresar mi profunda gratitud a mi tutor Joaquin Siguenza, por su invaluable guía, paciencia y conocimientos compartidos durante todo este proceso. Igualmente, agradezco al Ing. Fabian Cuenca, Ing Humberto Ayala y la Ing. Nubia Matute por sus valiosas aportaciones y críticas constructivas durante este proceso de trabajo.

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. El apoyo institucional y los recursos proporcionados han sido cruciales para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mis compañeros de la carrera, gracias por las largas horas de debate, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo. Este trabajo también refleja vuestra colaboración y amistad.

Agradezco a mis padres, a María Isabel Pauta Loarte y Eliberto Sivisapa Pucha, gracias por su amor incondicional, su paciencia infinita y su apoyo constante. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Agradezco a mi hermana Carmen Lucia Sivisapa Pauta por estar siempre dándome ese apoyo incondicional y a mis sobrinos Matías Herrera Sivisapa y Antonella Herrera Sivisapa de alguna u otra manera he puesto en prácticas mis conocimientos y ellos han sido mis alumnos.

Agradezco a mi compañera de tesis por su apoyo y motivación, durante toda esta trayectoria de carrera que pude compartir con ella.

Agradezco a mis amigos, Paola Zhingre, Maria Romero, Joselyn Torres que en algún punto de esta trayectoria estuve a punto de rendirme, pero gracias a sus consejos firmes en momentos de duda, hoy me encuentro culminando mi carrea Univeristaria.

Agradezco a mi Señor Jesús por todas las bendiciones que me ha dado y me sigue dando durante toda mi vida.

Cecilia Del Cisne Sivisapa Pauta

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por ser mi faro en esta travesía académica, brindándome fortaleza inagotable, valentía para enfrentar los desafíos, sabiduría para tomar las decisiones correctas, paciencia en los momentos difíciles y un amor infinito que me ha sostenido en cada paso. Sin su guía, nada de esto hubiera sido posible.

A mis amados padres Jenner y Sonia, y mi querida hermana Diana, les debo una gratitud que las palabras no pueden expresar completamente. Su confianza inquebrantable y su apoyo incondicional han sido los pilares que me han permitido llegar hasta aquí. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. A mis adorables sobrinitos, María Emilia y Nicolás, gracias por ser esos rayitos de sol que iluminaron mis días más oscuros. Sus risas y alegría fueron el mejor antídoto contra el estrés y la fatiga.

A mi querido Israel, mi mejor amigo, gracias por ser ese optimismo personificado que me ayudó a ver la luz en los momentos más sombríos. Tu amor y apoyo han sido fundamentales en este logro. A mi estimado tutor, Ing. Joaquín, le agradezco profundamente su dedicación y guía. Su experiencia, conocimiento y consejos fueron cruciales para dar forma y estructura a este proyecto. Y un agradecimiento especial a su esposa, con sus excelentes dotes de repostera. A los ingenieros Fabián, Humberto y Nubia, mi más sincero agradecimiento por sus valiosas aportaciones y perspectivas que enriquecieron enormemente nuestro trabajo.

A mis amigos de carrera, gracias por el apoyo mutuo, las risas compartidas y los momentos de estudio conjunto. A mi mejor amiga de casi toda la vida Ariana, por sus palabras de aliento y su apoyo cuando más lo necesitaba. Al cuerpo docente de la carrera de Alimentos, gracias por su dedicación y por compartir sus conocimientos con pasión. Su enseñanza ha sido el cimiento sobre el cual hemos construido nuestro futuro profesional.

Yuliana Yamileth Paladines Torres.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar una mezcla seca para repostería utilizando placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) como una alternativa para diversificar productos derivados del cacao. Para lograrlo, se emplearon plátano, placenta, y cascarilla de cacao. Se evaluaron varias características fisicoquímicas y tecnológicas de estos ingredientes. En cuanto a la placenta de cacao, se determinó un contenido de sólidos solubles totales (SST) de $18 \pm 0,13$, un pH de $4,19 \pm 0,10$ y una acidez de $0,59 \pm 0,08$. El plátano mostró un contenido de SST de $5,93 \pm 0,09$, un pH de $6,4 \pm 0,10$, una acidez de $0,249 \pm 0,03$, y un índice de madurez de $24,76 \pm 0,16$. Por otro lado, la cascarilla de cacao presentó un pH de $5,42 \pm 0,00$, una acidez de $2,52 \pm 0,05$, humedad de $4,9 \pm 0,00$, y sólidos totales de $95,1 \pm 0,00$. Se utilizó un diseño de mezclas para determinar la mejor formulación, considerando como variables independientes la harina de plátano-trigo, harina de placenta y harina de cascarilla. A través de un estudio sensorial, se encontró que el 100% de las panelistas (38) aprobó el producto, resaltando su potencial como recurso valioso en la industria de alimentos. Para evaluar la calidad fisicoquímica y tecnofuncional del producto formulado, se analizaron varios parámetros: sólidos totales (93,9%), pH (5,32), acidez (1,27), humedad (6,1%), fibra bruta (2,08%), cenizas (4,69%), y presencia de cadmio inferior a 0,05 mg/kg. La evaluación de fenoles totales mediante el protocolo de Folin-Ciocalteu mostró un resultado de 1,7 g/L. Además, se midieron las propiedades tecnofuncionales, incluyendo un índice de absorción de agua de 9,52 g/g, índice de solubilidad en agua de 3,55%, poder de hinchamiento de 10,9, y capacidad de retención de agua de 7,52%. Finalmente, se evaluó la calidad microbiológica del producto en cumplimiento con la normativa. Este estudio demuestra el potencial de utilizar placenta y cascarilla de cacao como ingredientes innovadores en la formulación de productos de repostería, ofreciendo una nueva vía para la diversificación y el aprovechamiento de subproductos del cacao.

Palabras clave: Mezcla seca, subproductos del cacao, compuestos fenólicos.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a dry mix for baking using placenta and cocoa husk (*Theobroma cacao* L.) as an alternative to diversify cocoa-derived products. To achieve this, banana, placenta, and cocoa husk were used. Several physicochemical and technological characteristics of these ingredients were evaluated. Regarding cocoa placenta, a total soluble solids (TSS) content of $18 \pm 0,13$, a pH of $4,19 \pm 0,10$ and an acidity of $0,59 \pm 0,08$ were determined. Banana showed a TSS content of $5,93 \pm 0,09$, a pH of $6,4 \pm 0,10$, an acidity of $0,249 \pm 0,03$, and a maturity index of $24,76 \pm 0,16$. On the other hand, cocoa husk had a pH of $5,42 \pm 0,00$, an acidity of $2,52 \pm 0,05$, a humidity of $4,9 \pm 0,00$, and total solids of $95,1 \pm 0,00$. A mixture design was used to determine the best formulation, considering the plantain-wheat flour, placenta flour, and husk flour as independent variables. Through a sensory study, it was found that 100% of the panelists (38) approved of the product, highlighting its potential as a valuable resource in the food industry. To evaluate the physicochemical and technofunctional quality of the formulated product, several parameters were analyzed: total solids (93,9%), pH (5,32), acidity (1,27), humidity (6,1%), crude fiber (2,08%), ash (4,69%), and presence of cadmium less than 0,05 mg/kg. The evaluation of total phenols using the Folin-Ciocalteu protocol showed a result of 1,7 g/L. In addition, the techno-functional properties were measured, including a water absorption index of 9,52 g/g, water solubility index of 3,55%, swelling power of 10,9, and water retention capacity of 7,52%. Finally, the microbiological quality of the product was evaluated in compliance with the regulations. This study demonstrates the potential of using placenta and cocoa husk as innovative ingredients in the formulation of confectionery products, offering a new way for the diversification and utilization of cocoa by-products.

Keywords: Dry mix, cocoa by-products, phenolic compounds.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
HIPÓTESIS.....	10
Hipótesis Alternativa (Hi).....	10
Hipótesis Nula (Ho).....	10
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 Generalidades del cacao.....	11
1.1.1 Origen del cacao «CCN - 51».....	11
1.1.2 Importancia del cacao CCN - 51 en Ecuador.....	11
1.1.3 Descripción botánica	11
1.1.4 La producción del cacao en Ecuador y su economía circular	13
1.2 Placenta.....	13
1.2.1 Valor nutricional de la placenta de cacao	13
1.2.2 Composición fisicoquímica de la placenta de cacao	14
1.2.3 Beneficios de la placenta de cacao	15

1.3 Cascarilla.....	16
1.3.1 <i>Valor nutricional de la cascarilla de cacao</i>	16
1.3.2 <i>Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao</i>	17
1.3.3 <i>Beneficios de la cascarilla de cacao</i>	18
1.4 Plátano Dominicó (<i>Musa paradisiaca</i>).....	19
1.4.1 <i>Valor nutricional</i>	19
1.4.2 <i>Composición proximal de las harinas de pulpa y cáscara de plátano</i>	20
1.4.3 <i>Beneficios</i>	21
1.5 Compuestos Bioactivos	21
1.5.1 <i>Polifenoles totales</i>	22
1.5.2 <i>Actividad antioxidante</i>	23
1.5.3 <i>Impacto en Enfermedades Crónicas</i>	24
1.5.4 <i>Ingesta Diaria Recomendada</i>	24
1.6 Ingredientes adicionales	25
1.6.1 <i>Almidón de maíz</i>	25
1.6.2 <i>Leche en polvo</i>	25
1.6.3 <i>Polvo de hornear</i>	25
1.6.4 <i>Goma Xantana</i>	25
1.6.5 <i>Sal</i>	26
1.7 Mezcla seca de panadería, pastelería, galletería y repostería.....	26
1.7.1 <i>Requisitos fisicoquímica</i>	26
1.7.2 <i>Requisitos microbiológicos</i>	26
2. METODOLOGÍA	27
2.1 Ubicación de la Investigación.....	27
2.2 Materia prima	27
2.3 Preparación de la muestra	27
2.3.1 <i>Placenta de cacao</i>	27
2.3.2 <i>Cascarilla de cacao</i>	28
2.3.3 <i>Plátano «Dominico»</i>	28

2.3.4 <i>Harina de trigo</i>	28
2.4 Evaluación de la calidad fisicoquímica de las materias primas.....	29
2.4.1 <i>Determinación de pH</i>	29
2.4.2 <i>Determinación de acidez</i>	29
2.4.3 <i>Determinación de sólidos solubles (SST)</i>	29
2.4.4 <i>Determinación de humedad</i>	30
2.4.5 <i>Determinación de sólidos totales</i>	30
2.4.6 <i>Determinación de índice de madurez</i>	30
2.5 Diseño experimental de la premezcla para repostería	30
2.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca.....	32
2.6.1 <i>Descripción del proceso de obtención de la mezcla seca</i>	33
2.7 Formulación del muffin.....	35
2.8 Evaluación sensorial del muffin elaborado a partir de las mezclas secas formuladas	36
2.9 Evaluación de la calidad fisicoquímica del producto formulado	36
2.9.1 <i>Determinación de humedad</i>	36
2.9.2 <i>Determinación de cenizas y minerales</i>	36
2.9.3 <i>Determinación de fibra bruta</i>	37
2.9.4 <i>Determinación de pH</i>	37
2.9.5 <i>Determinación de sólidos totales</i>	37
2.9.6 <i>Determinación de acidez total</i>	37
2.9.7 <i>Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales por el método Folin-Ciocalteu a la formulación optimizada</i>	37
2.10 Evaluación de las características tecno-funcionales del producto formulado	38
2.10.1 <i>Determinación el índice de absorción de agua</i>	39
2.10.2 <i>Determinación el índice de solubilidad en agua</i>	39
2.10.3 <i>Poder de hinchamiento</i>	40
2.10.4 <i>Determinación la capacidad de retención de agua</i>	40
2.11 Calidad microbiológica del producto formulado	40

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.1 Análisis de la calidad fisicoquímica de las materias primas	41
3.2 Optimización de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial	43
3.2.1 Formulación optimizada de la mezcla seca para repostería	46
3.4 Análisis de la calidad fisicoquímica, tecno-funcional y microbiológica del producto final	47
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de minerales en placenta fresca y fermentada.....	14
Tabla 2. Composición fisicoquímica de la placenta de cacao	15
Tabla 3. Minerales en las muestras de cascarillas de cacao (mg/kg).....	17
Tabla 4. Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao.....	18
Tabla 5. Componentes nutricionales de la harina de plátano en diferentes variedades.	19
Tabla 6. Composición proximal de las harinas de pulpa (HP) y cáscara de plátano (HCP) (g/100 g)	20
Tabla 7. Compuestos fenólicos presentes en la placenta de cacao	23
Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos para mezcla seca.....	26
Tabla 9. Requisitos microbiológicos para mezcla seca	26
Tabla 10. Límites establecidos para el diseño de mezclas.....	31
Tabla 11. Diseño de mezclas para la formulación del producto	31
Tabla 12. Formulación del muffin	35
Tabla 13- Características fisicoquímicas del plátano, la placenta y cascarilla de cacao	41
Tabla 14. Resumen estadístico de los resultados de la evaluación sensorial.....	43
Tabla 15. Optimización de respuesta	44
Tabla 16. Formulación de la mezcla seca para repostería	46
Tabla 17. Resultados de la calidad química del producto final	47
Tabla 18. Resultados de las características tecno-funcionales del producto final.....	49
Tabla 19. Resultado microbiología del producto final.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del cacao	12
Figura 2. Algunos compuestos fenólicos representativos	22
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca	32
Figura 4. Gráfica de optimización de respuesta.....	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de aceptabilidad.....	36
Ecuación 2. Índice de absorción de agua	39
Ecuación 3. Índice de solubilidad en agua.....	39
Ecuación 4. Poder de hinchamiento.....	40
Ecuación 5. Capacidad de retención de agua.....	40

INTRODUCCIÓN

En el mercado global actual, los consumidores muestran una creciente preferencia por productos que no solo satisfacen sus necesidades alimenticias, sino que también están alineados con modelos de desarrollo sostenible y responsabilidad social (Sánchez et al, 2020), ofreciendo beneficios para la salud. Dentro de este contexto, el chocolate se destaca como uno de los productos de confitería más populares en el mundo (Anoraga et al, 2024), siendo su principal ingrediente el cacao (*Theobroma cacao L*). Este cultivo es de gran importancia económica en países en desarrollo, particularmente en África Occidental, América del Sur y Asia Meridional, donde se cultivan las tres variedades de cacao más reconocidas: Criollo, Forastero y Trinitario, que en conjunto representan el 95% de la producción mundial de cacao (Rodríguez-García et al, 2018; Vega et al, 2024).

En la temporada 2022/2023, la producción global de cacao alcanzó 4953 mil toneladas, con Ecuador en 2023 como uno de los líderes mundiales en producción, con 454 mil toneladas, un crecimiento del 24,38 % frente a 2022, y situándolo en el tercer puesto global (Organización Internacional del Cacao, 2023). Aproximadamente 50 millones de personas en todo el mundo dependen de este cultivo, que genera más de USD 200 000 millones anuales; en Ecuador, alrededor de 120 mil productores de cacao, en su mayoría con fincas menores a 10 hectáreas, contribuyen a esta importante industria (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020).

La creciente producción de cacao presenta desafíos significativos, sobre todo por la gran cantidad de subproductos generados durante la extracción de los granos de cacao. Estos subproductos, que constituyen aproximadamente el 80% de la masa de la mazorca de cacao, incluyen la cáscara, la cascarilla, la placenta y el mucílago (Figuerola et al, 2020).

La gestión inadecuada de estos residuos puede llevar a problemas ambientales graves, como la proliferación de hongos patógenos, insectos y la propagación de enfermedades que afectan a las plantaciones, especialmente en aquellas de gran escala (Chamaidan, J, 2020). Se estima que el procesamiento de cacao genera anualmente aproximadamente 100 mil millones de toneladas métricas de residuos de biomasa a nivel mundial (Anoraga et al, 2024). Según Quinceno et al, (2024). la agroindustria de cacao a nivel mundial genera cerca de 700 mil toneladas de cascarilla, subproducto de los procesos de tostado para la elaboración de chocolate.

La cáscara de la vaina de cacao, junto con la cascarilla y la placenta, representan entre el 70% y el 80% del peso total de la fruta de cacao (Zambrano et al, 2023). Estos residuos, a menudo considerados desechos, son ricos en fibra dietética, compuesta principalmente por lignina, celulosa, hemicelulosa y pectina, así como en antioxidantes, tales como ácidos fenólicos y otros compuestos bioactivos (Chuez, 2022). La cascarilla de cacao, que constituye alrededor del 12% del peso de la mazorca, y la placenta, un tejido fibroso que rodea las semillas y representa el 5% del peso de la mazorca (Chamaidan, 2020), son accesibles y de adquisición rentable, lo que las hace atractivas para el sector industrial.

Estudios recientes han revelado que los subproductos del cacao, como la placenta y la cascarilla, son ricos en compuestos bioactivos y fibra dietética, Soares & Oliveira (2022) reportan una concentración de fibra entre 18% y 60%, además de la presencia de polifenoles, flavonoides, carotenoides y antocianinas. Estos fitoquímicos no solo poseen propiedades antioxidantes, sino que también ofrecen beneficios antiinflamatorios y anticancerígenos, con potencial positivo para la salud cardiovascular y el control de la diabetes (Chumaña, 2022). Montoya (2023) destaca la importancia de estos antioxidantes naturales en la neutralización de radicales libres y la reducción del estrés oxidativo, factores asociados al envejecimiento prematuro y al desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas. Además, las propiedades antiinflamatorias de estos compuestos podrían ser beneficiosas en el manejo de afecciones como la artritis, enfermedades autoinmunes y trastornos inflamatorios intestinales (Coronel, 2021; Ocampo et al, 2021).

El plátano macho (*Musa paradisiaca*), conocido como «banana de cocción», es un alimento esencial en la dieta ecuatoriana. Ecuador, como productor de frutas tropicales, aprovecha sus condiciones agrícolas favorables para cultivar y exportar grandes volúmenes de plátano, principalmente a la Unión Europea y Estados Unidos. Este producto tiene un alto potencial para la transformación industrial, lo que podría incrementar su valor en el mercado global (Paz & Pesantez, 2013; Sepúlveda et al., 2017).

La fortificación de alimentos con nutrientes específicos como fibra y polifenoles se presenta como una estrategia importante para abordar las deficiencias dietéticas y mejorar el perfil nutricional de productos procesados (Rojo-Poveda et al, 2020). El estudio se centra en formular una mezcla seca para repostería a partir de la cáscara y placenta de cacao, para maximizar las propiedades beneficiosas de estos subproductos y satisfacer la demanda de consumidores preocupados por su salud. Este enfoque no solo tiene el potencial de mejorar la salud y el bienestar de los consumidores, sino también de contribuir a la evolución de la industria alimentaria hacia productos más saludables y sostenibles (Quinceno et al., 2024).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el consumo de productos de repostería con bajo valor nutricional y alto contenido de azúcares simples preocupa cada vez a la salud pública (Herrera, 2020). La Organización Mundial de la Salud ha enfatizado la importancia de una dieta equilibrada para prevenir enfermedades crónicas, incluyendo el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, como la ingesta diaria mínima de 400 g de frutas y verduras (Organización Mundial de la Salud, 2018). Los polifenoles, compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, juegan un papel crucial en la protección del organismo contra los radicales libres y la reducción del riesgo de diversas enfermedades. Según Huertas et al, (2022), la ingesta diaria recomendada de polifenoles oscila entre 50 y 800 mg, mientras que Valencia et al, (2017) sugieren hasta 1 g al día. Sin embargo, muchos productos de repostería carecen de estos compuestos beneficiosos (Valencia et al, 2017; Huertas et al, 2022).

Además, la industria del cacao genera subproductos como la placenta y la cascarilla, que a menudo se desechan a pesar de su potencial nutricional (Chumaña, 2022). Estos componentes son ricos en polifenoles y fibra, pero su aprovechamiento en la industria alimentaria es limitado (Soares & Oliveira, 2022).

La formulación de una mezcla seca para repostería a partir de placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L) representa una oportunidad para abordar múltiples desafíos. Esta innovación no solo ofrece una alternativa más saludable a las mezclas convencionales, sino que también contribuye a la utilización sostenible de subproductos del cacao, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figuerola et al, 2020; Guirlanda et al, 2021).

A diferencia de otras mezclas secas para repostería que típicamente contienen principalmente azúcares y carecen de componentes funcionales, esta formulación proporciona fibra y polifenoles, ofreciendo beneficios para la salud más allá del mero aporte calórico. Responde a la creciente demanda de los consumidores por opciones de alimentos saludables, además de promover la economía circular y reducir el despilfarro en la producción de cacao, volviéndose una importante oportunidad de comercialización e innovación; formular una mezcla seca para repostería con subproductos del cacao, con características nutricionales, comerciales y económicas.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación proporcionará una alternativa innovadora y saludable en el campo de la repostería, aprovechando subproductos del cacao como la placenta y la cascarilla, que generalmente son descartados. Esta mezcla seca para repostería no solo ofrece una solución sostenible al utilizar estos componentes, sino que también aporta beneficios nutricionales significativos.

Los polifenoles presentes en la placenta del cacao, junto con la fibra de la cascarilla, convierten este producto en una opción nutritiva y funcional, Considerando que según Huerta et al, (2022). una ingesta diaria de 50 a 800 mg de polifenoles es beneficiosa para la salud, esta mezcla se posiciona como una excelente fuente de estos compuestos antioxidantes. Además, el alto contenido de fibra proporcionado por la cascarilla contribuye a una dieta equilibrada.

La incorporación de harina de plátano enriquece aún más el perfil nutricional del producto, ofreciendo una alternativa versátil para la elaboración de diversos productos de repostería. Esta formulación no solo representa una opción más saludable para los consumidores, sino que también promueve la utilización integral del cacao (*Theobroma cacao L*), contribuyendo a la reducción de desperdicios en la industria cacaotera y fomentando prácticas más sostenibles en la producción de alimentos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Formular una mezcla seca para repostería a partir de placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L*) como alternativa en la diversificación de productos derivados del cacao.

Objetivos específicos

- Analizar la calidad fisicoquímica de las materias primas mediante la comparación bibliográfica de los valores de pH, acidez, índice de madurez, sólidos solubles, humedad y materia seca.
- Formular una mezcla seca para repostería empleando un diseño de mezcla que nos permita obtener la mejor formulación, previa evaluación sensorial.
- Evaluar las características tecno-funcionales, la calidad fisicoquímica y microbiológica de la mezcla seca optimizada.

HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa (Hi)

Al menos una de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

Hipótesis Nula (Ho)

Ninguna de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del cacao

1.1.1 Origen del cacao «CCN- 51»

La industria del cacao de diversos países de América del Sur y el Caribe se ha visto afectada desde hace muchos años de manera directa y severa por el hongo “escoba de bruja” proveniente de la cuenca del Amazonas (Nieto, 2023), ante dicha situación el ciudadano ecuatoriano Homero Castro, oriundo de Ambato, decide emprender desde 1952 una ardua investigación sobre el cacao, logrando para el año 195 clonar el conocido CCN-51, producto que en 2005 fue reconocido como producto de alta calidad (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador, 2023).

1.1.2 Importancia del cacao CCN - 51 en Ecuador

El cacao es un producto primo más demandado en el mercado mundial, por lo que los países exportadores de dicho insumo se benefician económicamente y obtienen un realce y reconocimiento internacional, lo que favorece a otras áreas de desarrollo como el turismo (Cedeño y Dilas-Jiménez, 2022).

En Ecuador, es uno de los países exportadores de cacao, el CNN-51 es uno de los tipos más solicitados y vendidos, ya que su aroma y sabor lo ha posicionado como producto de calidad, contribuyendo directamente al desarrollo local y nacional, y para potenciarlo, es necesario implementar medidas que garanticen una mejor producción de los diversos tipos de cacao (Solórzano y Balseca, 2017).

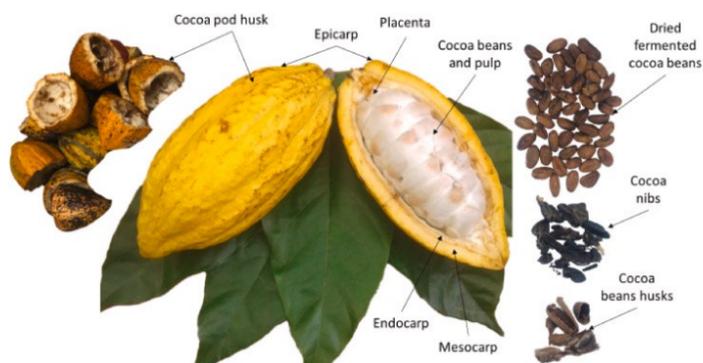
1.1.3 Descripción botánica

Este tipo de cacao se adapta al piso climático del país, resiste a hongos como “escoba de bruja” y “mal de machete” y es de desarrollo rápido por lo que puede ser cosechado varias veces en un mismo año (Nieto, 2023). Por otra parte, Elizalde et al, (2023) resaltan que la morfología del producto se caracteriza por seis elementos: (1) raíz, existen dos tipos, las primeras tienden a crecer hacia abajo entre 120 a 150 cm (principal o pivotante) y a 30 cm de profundidad (sostenimiento), en ambas se presentan raíces hacia los datos de 25

cm aproximadamente (secundarias); (2) tronco, generalmente es recto y llega a medir entre 0,8 a 1,5 m, pero puede variar según las condiciones en las que se desarrolle; (3) hojas, alargadas, con volumen medio, colores verdosos, morados, rojizos y/o marrones, su tamaño depende de la exposición a la luz.

En cuanto a las (4) flores, a partir de ellas nacen las mazorcas, usualmente se ubican en donde estaban las hojas; (5) fruto, también conocido como mazorcas, son de color morado con diez surcos, con un peso de 20 a 50 gramos, y de forma ovalada, aunque pueden llegar a ser redondos; y (6) semilla, tamaño, forma y color variable, en este último puede ir desde blanco a morado (Elizalde et al, 2023).

Figura 1. Partes del cacao



Fuente: (Ouattara et al, 2021).

1.1.4 *La producción del cacao en Ecuador y su economía circular*

Alrededor del 68% del cacao es producido en África, el 15% en América Central y del Sur, en este último se encuentra Ecuador, el cuál exporta principalmente cacao CNN5 ya sea de forma prima o elaborado, lo que produce beneficios a nivel nacional (Elizalde et al, 2023). En la temporada 2022/2023, la producción global de cacao alcanzó 4953 mil toneladas, con Ecuador en 2023 como uno de los líderes mundiales en producción, con 454 mil toneladas, un crecimiento del 24,38 % frente a 2022, y situándolo en el tercer puesto global (Organización Internacional del Cacao, 2023).

1.2 Placenta

Es el eje central o columna interna de la mazorca a la que se unen los granos o semillas del cacao y su función primordial es proveer de nutrientes a los granos durante su desarrollo (Chamaidan, 2020). Representa cerca del 5% del peso total de la mazorca, posee potencial para derivar productos de valor agregado por su composición de compuestos orgánicos, fitoquímicos y elementos inorgánicos, pese a eso, suele ser desechada en el proceso de beneficio del cacao (Chuez, 2022).

1.2.1 *Valor nutricional de la placenta de cacao*

La placenta de cacao en estado fresco y fermentado podría ser una excelente fuente de minerales, ya que presenta un alto contenido de cenizas de 9,34% y 10,37% respectivamente, Goude et al, (2019) indican que los principales minerales son potasio, fósforo, magnesio y calcio, en los de traza hay zinc, cobre, hierro y sodio, cuyos elementos aumentan tras la fermentación, excepto el sodio que no se produce cambios y el hierro que disminuye (Ver tabla 1).

Tabla 1. Contenido de minerales en placenta fresca y fermentada

Contenido de minerales	PLACENTA DE CACAO	
	Fresca (g/100 g)	Fermentada (g/100 g)
Mg	128,89 ± 0,99 ^a	212,58 ± 1,03 ^b
K	195,52 ± 0,71 ^a	3405,51 ± 2,21 ^b
P	154,11 ± 2,85 ^a	173,18 ± 0,65 ^b
Ca	92,47 ± 1,42 ^a	122,37 ± 0,81 ^b
Na	9,34 ± 0,71 ^a	9,33 ± 0,81 ^a
Zn	1,87 ± 0,27 ^a	21,78 ± 1,08 ^b
Cu	3,74 ± 0,45 ^a	6,22 ± 0,32 ^b
Mn	0,93 ± 0,18 ^a	UD
Fe	2,80 ± 0,27 ^b	1,04 ± 0,50 ^a

Fuente: (Goude et al, 2019).

1.2.2 Composición fisicoquímica de la placenta de cacao

La placenta de cacao tanto en estado fresco como fermentado se caracteriza por su alto contenido de humedad que oscila entre 80-89%, así mismo presenta un pH ácido aproximadamente de 4,7 en fresco y 3,66 después de la fermentación, lo cual se atribuye principalmente a la presencia de ácidos orgánicos tales como el cítrico y el acético (Goude et al., 2019), En relación con la composición de carbohidratos, los mismos autores resaltan que la placenta fresca contiene niveles elevados de azúcares totales (13,27 %) y azúcares reductores (8,68 %), pero estos niveles disminuyen considerablemente tras la fermentación por el consumo de azúcares de las bacterias y levaduras presentes; no obstante, este subproducto del cacao destaca por su riqueza en fibra, con un contenido que oscila entre 30-43%, convirtiéndola así en una fuente potencial para cubrir las necesidades diarias recomendadas. En relación con los macronutrientes, la placenta de cacao se caracteriza por su bajo contenido de lípidos, con 0,46% en fresco y 1,73%

después de la fermentación, y un contenido moderado de proteínas, con 5,12% en fresco y 8,4% en fermentado (Goude et al, 2019).

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la placenta de cacao

Parámetros	PLACENTA DE CACAO	
	Fresca	Fermentada
Humedad	80,55 ± 0,2 ^a	88,89 ± 1,9 ^b
pH	4,7 ± 1,24 ^b	3,66 ± 0,26 ^a
Azúcares totales	13,27±1,24 ^b	6,71 ± 0,115 ^a
Azúcares reductores	8,68 ± 0,07 ^b	4,92± 0,02 ^a
Fibra	30,66 ± 3,40 ^a	42,66 ± 2,05 ^b
Lípidos	0,46 ± 0,09 ^a	1,73 ± 0,19 ^b
Proteínas	5,12 ± 0,02 ^a	8,4 ± 0,13 ^b
Cenizas	9,34 ± 0,89 ^a	10,37 ± 0,54 ^b

Fuente: (Goude et al., 2019),

1.2.3 Beneficios de la placenta de cacao

La placenta de cacao es rica en fibra dietética, lo que aporta múltiples beneficios para la salud digestiva y cardiovascular, de modo que una adecuada ingesta previene problemas como el estreñimiento, la apendicitis, cáncer de colon, de igual modo, contribuye a la regulación de los niveles de colesterol y glucosa en sangre, reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas como diabetes y enfermedades cardiovasculares (Goude et al., 2019).

Gracias a su riqueza en minerales esenciales como potasio, magnesio, calcio y fósforo, el consumo regular de placenta de cacao podría ayudar a cubrir los requerimientos diarios de estos nutrientes, lo cual es clave para el adecuado funcionamiento del organismo, puesto que el potasio y el magnesio son necesarios para mantener el equilibrio celular y

la transmisión nerviosa, mientras que el calcio y el fósforo son fundamentales para la formación y mantenimiento de huesos y dientes (Burillard et al., 2016).

Goude et al, (2019) añaden que también es una buena fuente de minerales traza como el hierro, el zinc y el cobre, su consumo podría prevenir la deficiencia de estos micronutrientes y sus consecuencias adversas, en el caso del hierro que es esencial para la formación de hemoglobina y prevenir la anemia, mientras que el zinc y el cobre participan en reacciones metabólicas clave para el crecimiento y desarrollo adecuados, además, se ha sugerido que el alto contenido de potasio en la placenta de cacao podría aumentar la absorción de hierro en el organismo y contribuir al control de la hipertensión arterial.

1.3 Cascarilla

El grano de cacao está recubierto por una capa a la que ha sido asignado el nombre de “cascarilla”, este material se obtiene mediante el proceso del descascarillado o remoción de la cáscara de la semilla, se la conoce por tener textura seca, crujiente, de color marrón, representar cerca del 12% del peso de la semilla, así como poseer un alto contenido de fibra dietética que supera el 60% de su composición total (El Salous y Pascual, 2018).

1.3.1 Valor nutricional de la cascarilla de cacao

Los lotes procesados en la empresa estaban compuestos por mezclas de semillas de cacao criollo y forastero, Fueron recolectadas un total de 5 muestras, 3 de ellas provenían de Barlovento (Estado Miranda), identificadas como I, III y IV, mientras que la II y V provenían de Yaguaraparo (Estado Sucre), En la Tabla 2 se muestran los resultados del contenido de minerales en la cascarilla de cacao, En general, el contenido de los minerales analizados es bajo, destaca el alto contenido de potasio en todas las muestras analizadas, siendo las provenientes de Barlovento más ricas en potasio que las de Yaguaraparo, También resalta el bajo contenido de hierro e incluso a nivel no detectable en las muestras II y V, ambas provenientes del estado Sucre, No se observaron la presencia de zinc (Sangronis et al., 2014).

Tabla 3. Minerales en las muestras de cascarillas de cacao (mg/kg)

Mineral	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Ca	40,13±	25,40 ±	35,12 ±	36,34 ± 8,70 ^{ab}	28,48 ±
	8,34 ^a	5,38 ^c	7,18 ^{abc}		5,88 ^{bc}
Mg	20,45±	28,52 ±	21,32 ± 4,89 ^a	20,10 ± 5,02 ^a	27,67 ± 5,72 ^a
	5,12 ^a	4,90 ^a			
Zn	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0,76 ± 0,06 ^a	0,60± 0,04 ^{bc}	0,77 ± 0,08 ^a	0,70 ± 0,06 ^{ab}	0,56 ± 0,04 ^c
Mn	0,80 ± 0,24 ^a	0,71 ± 0,32 ^b	0,82 ± 0,41 ^a	0,81 ± 0,47 ^a	0,79 ± 0,25 ^a
Fe	0,14 ± 0,01 ^a	ND	0,17 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	ND
Na	25,31 ±	35,36 ±	25,45 ± 4,03 ^c	27,56 ±	37,34 ± 5,09 ^a
	4,22 ^c	6,87 ^{ab}		0,5,74 ^{bc}	
K	810,76 ±	709,36 ±	780,65 ±	803,87 ±	700,9 ±
	58,98 ^c	49,08 ^{bc}	50,25 ^{abc}	57,90 ^{ab}	45,95 ^a

Fuente: (Sangronis et al., 2014)

1.3.2 Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Soares y Oliveira (2022) en su estudio observaron algunas características físicas y químicas de la cascarilla del cacao, entre ellas que presenta una gravedad específica de 0,9034 a 40 °C, indicando una densidad similar al agua, punto de fusión de 31 °C (relativamente bajo), alto valor de acidez (9,12% expresado como ácido oleico), lo que sugiere una mayor degradación de los lípidos que puede afectar su calidad y estabilidad, además, exhiben un índice de saponificación elevado (205,708), que se han relacionado con la presencia de ácidos grasos de cadena más corta, y el índice de yodo de 38,73 refleja un mayor grado de insaturación (Ver tabla 4).

Tabla 4. Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Characteristics	Cocoa Bean Shell
Specific gravity at 40 °C	0,9034
Melting point (°C)	31,00
Acid value (expressed as oleic acid %)	9,12
Saponification index	205,708
Iodine index	38,73

Fuente: (Soares y Oliveira., 2022)

1.3.3 Beneficios de la cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao es un subproducto que posee propiedades benéficas para la salud humana, tales efectos antibacterianos y antivirales, siendo efectiva contra el VIH y la influenza por sus complejos de lignina-carbohidratos, tiene propiedades cardioprotectores gracias a los flavonoles presentes actúan como antioxidantes en el plasma, de igual modo reducen la reactividad plaquetaria y tienen efectos antiinflamatorios que podrían disminuir el riesgo de arteriosclerosis o trombosis (Rojo et al., 2020).

Los polifenoles encontrados en la cascarilla de cacao también han demostrado tener efectos anticancerígenos, principalmente debido a su capacidad para reducir el estrés oxidativo excesivo, el cual está involucrado en el daño al ADN que conduce a mutaciones y al desarrollo del cáncer, también ha sido comprobado que los flavonoles del cacao actúan como agentes quimiopreventivos, lo ayuda significativamente en la prevención y/o tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 debido a que los compuestos mejoran la sensibilidad a la insulina, facilitando el transporte de glucosa a tejidos como el músculo esquelético, el hígado o el tejido adiposo, lo que da como resultado un mejor control glucémico y protección de las células β -pancreáticas (Rojo et al, 2020).

1.4 Plátano Dominic (Musa paradisiaca)

La terminología “Musa paradisiaca” proviene de una tradición del cristianismo-islamismo, y se usa para hacer referencia a las diversas especies de plátanos, este tipo en común es originario de Asia y es cultivado en todas las regiones tropicales y América subtropical (Buenhombre, 2016; y Morales et al, 2024).

1.4.1 Valor nutricional

A continuación, en la tabla 5 son expuestos los componentes nutricionales de la harina de plátano:

Tabla 5. Componentes nutricionales de la harina de plátano en diferentes variedades

Componentes	CANTIDADES		
	Maqueño	Barraganete	Dominico
Proteína (g)	1,20	1,00	1,30
Grasa total (g)	0,30	0,20	0,30
Glúcidos (g)	33,20	42,10	42,30
Fibra (g)	0,40	0,40	0,40
Calcio (g)	6,00	4,00	7,00
Hierro(g)	0,70	1,00	0,60
Vitamina A (mg)	0,00	126,66	0,00
Vitamina C (mg)	23,00	26,00	25,00
Vitamina E (mg)	0,00	0,00	0,00
Folato (mg)	0,00	0,00	0,00
Agua (g)	51,15	581,18	48,08
Fuente: (Guevara, 2020)			

1.4.2 Composición proximal de las harinas de pulpa y cáscara de plátano

Tabla 6. Composición proximal de las harinas de pulpa (HP) y cáscara de plátano (HCP) (g/100 g)

	HP	HCP
Humedad	8,81 ± 0,14 a	5,42 ± 0,23 a
Proteína	3,85 ± 0,13b	8,26 ± 0,25 a
Grasa	0,42 ± 0,08 b	5,04 ± 0,25 a
Ceniza	3,06 ± 0,18 b	9,89 ± 0,46 a
Fibra cruda	2,54 ± 0,35 b	10,08 ± 0,43 a
Carbohidratos	81,32 ± 1,31 a	58,31 ± 1,29 b

Fuente: (Ponce, 2018)

En la tabla 6 se observa que la harina de cáscara de plátano tiene mayor contenido de proteína, grasa, ceniza y fibra (8,26, 5,04, 9,89 y 10,08 g/100 g), que la harina de la pulpa del plátano (3,85, 0,42, 3,06 y 2,54 g/100 g, respectivamente; esta última utilizada comúnmente para el consumo humano directo o mediante su transformación en derivados, También se evidencian diferencias significativas ($P < 0,05$) en la concentración de nutrientes, siendo mayor en la harina de cáscara de plátano, por lo que, debe ser aprovechado mediante un adecuado proceso y aplicación en alimentos procesados; en cuanto a la humedad, no existe diferencia significativa ($P > 0,05$), entre la harina de plátano (8,81 %) y la harina de cáscara de plátano (8,42 %), esto debido a que las dos harinas fueron sometidas a similares operaciones de secado, molienda y envasado,

Por otra parte, existe diferencia notable ($P < 0,05$) en el contenido de carbohidratos entre la harina de pulpa de plátano (81,32 %) y la harina de cáscara (58,31 %), debido a que cáscara al ser cobertura externa que protege a la fruta de agentes extraños presenta más fibra y menos carbohidratos, mientras que la pulpa al ser una reserva alimenticia contiene

más carbohidratos, Estos resultados demuestran que la cáscara de plátano es una buena fuente de proteína, grasa, ceniza y fibra, que puede ser aprovechada en la elaboración de diversos productos alimenticios para consumo humano.

1.4.3 Beneficios

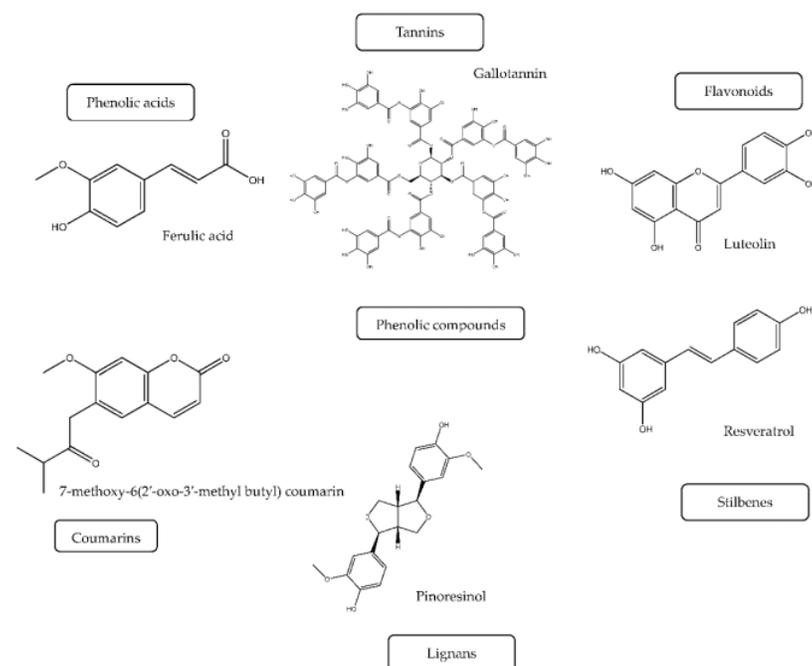
Blasco y Gómez (2014) afirman que algunas uno de los cultivos más comunes en todos los países tropicales es el banano, pero de todos los tipos existentes, el plátano es el único que consume el ser humano, especialmente la pulpa, aquello tiene propiedades astringentes, antifúngicas y antibióticas, sirve como fuente de potasio, vitaminas y almidón, además, ayuda al organismo a retener algunos componentes como calcio, nitrógeno y fósforo (Ponce, 2018),

Estudios recientes como los de Ponce (2018) resaltan que la parte no utilizada del plátano (cáscara) contienen compuestos antioxidantes que pueden combatir las enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer, sin embargo, a nivel ambiental, una cantidad excesiva puede llegar a causar problemas microbianos.

1.5 Compuestos Bioactivos

Las sustancias bioactivas son compuestos químicos presentes de forma natural o añadidos sintéticamente en cantidades mínimas en los alimentos, que actúan como fuentes nutritivas esenciales y no esenciales, ejerciendo efectos beneficiosos en la salud humana (Chuez, 2022). Estos compuestos desempeñan un rol positivo en las funciones corporales, contribuyendo a la mejora del bienestar y la prevención de enfermedades debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y a su capacidad para mitigar la actividad degenerativa de ciertas patologías, además dentro de este grupo de sustancias se encuentran los polifenoles, flavonoides, carotenoides, antocianinas y vitaminas C y E (Chumaña, 2022). En el caso específico de los granos de cacao, los compuestos bioactivos presentes de forma intrínseca o incorporados artificialmente son los responsables de aportar los sabores característicos dulces, amargos, ácidos y astringentes (Chuez, 2022).

Figura 2. Algunos compuestos fenólicos representativos



Fuente: (Mihaylova et al., 2024)

1.5.1 Polifenoles totales

Los polifenoles son metabolitos secundarios vegetales caracterizados por anillos fenólicos en su estructura molecular, estos cumplen funciones clave como mecanismos de defensa ante factores estresantes, regulación enzimática y estimulación celular en las plantas, gracias a sus propiedades antioxidantes (Chumaña, 2022), Además de su papel antioxidante, los polifenoles están asociados al color, sabor (incluyendo el amargor característico del chocolate), astringencia, dureza y atributos nutritivos de los alimentos vegetales, debido a la reactividad del grupo fenol (Coronel, 2021) (Ver tabla 7).

Tabla 7. Compuestos fenólicos presentes en la placenta de cacao

RT	Muestras			
	Phenolic compounds	Concentration (mg/kg) \pm SD		
		Forastero	Criollo	National
3,64	Galic acid	8,0 \pm 3,4 ^a	2,6 \pm 0,9 ^c	2,6 \pm 0,9 ^c
12,39	Catechin	5,9 \pm 1,2 ^b	12,4 \pm 4,2 ^a	3,9 \pm 1,4 ^c
14,96	Chlorogenic acid	2,7 \pm 0,3 ^c	7,0 \pm 2,2 ^b	18,4 \pm 6,3 ^a
18,10	Caffeic acid	7,3 \pm 2,1 ^b	13,7 \pm 4,1 ^a	11,2 \pm 2,9 ^a
22,76	Epicatechin	5,5 \pm 0,9 ^c	17,6 \pm 2,4 ^a	9,3 \pm 1,7 ^b
27,90	Syringic acid	2,5 \pm 0,4 ^c	13,4 \pm 3,6 ^a	6,2 \pm 1,7 ^b
32,85	P-coumaric acid	7,3 \pm 2,5 ^D	10,1 \pm 2,8 ^a	8,6 \pm 0,9 ^D
39,11	Quercetin-3-glucoside	2,2 \pm 0,6 ^u	10,0 \pm 1,4 ^a	1,5 \pm 0,8
34,78	Theobromine	6,5 \pm 1,5 ^b	16,8 \pm 4,2 ^a	2,9 \pm 0,6 ^c
42,74	Quercetin hexoside	8,7 \pm 3,4 ^b	11,6 \pm 4,5 ^a	6,5 \pm 1,2 ^c
18,54	3-caffeoylquinic acid	20,4 \pm 6,1 ^a	9,4 \pm 2,3 ^c	16,7 \pm 6,8 ^b
21,33	Di-caffeoylquinic acid	14,2 \pm 2,4 ^c	33,8 \pm 11,7 ^a	18,6 \pm 7,4 ^b
43,89	Kaempferol pentosylidihexoside	17,9 \pm 4,6 ^c	54,6 \pm 9,8 ^a	38,0 \pm 7,2 ^D
Total, phenolic compounds		109,01	212,99	146,2

Fuente: (Zoro *et al.*, 2023)

1.5.2 Actividad antioxidante

La capacidad antioxidante de los polifenoles derivada de su estructura es su cualidad más importante, Los grupos hidroxilo en los anillos fenólicos actúan como donantes de átomos de hidrógeno, reaccionando con especies reactivas de oxígeno y nitrógeno para evitar la formación de nuevas especies reactivas (Huerta *et al.*, 2022), En algunos de los

polifenoles pueden quedar metales involucrados en la generación de radicales libres, lo que reduce la oxidación de biomoléculas y la acumulación de estrés oxidativo, ayudando a controlar la inflamación y mejorar los marcadores de cáncer y enfermedades degenerativas (Huerta et al., 2022).

El cacao y sus derivados (cacao en polvo, licor de cacao, chocolate) son fuentes de polifenoles, y también de epicatequina, antocianinas, que contribuyen a sus efectos antioxidantes (Chuez, 2022), El consumo de alimentos ricos en polifenoles protege al organismo de los radicales libres, minimizando el daño celular y la probabilidad de aparición de enfermedades cardiovasculares y relacionadas al cáncer (Coronel, 2021).

1.5.3 Impacto en Enfermedades Crónicas

El estrés oxidativo y la peroxidación lipídica son responsables de muchas enfermedades crónicas, incluyendo cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y demencia, Estudios han demostrado que el consumo de alimentos con presencia de antioxidantes, principalmente polifenoles, previenen el daño oxidativo inhibiendo la generación de especies reactivas, capturando radicales libres y aumentando los niveles de antioxidantes endógenos protectores (Huerta et al, 2022).

1.5.4 Ingesta Diaria Recomendada

La ingesta diaria de polifenoles en la dieta puede variar entre 50 y 800 mg, dependiendo del consumo de alimentos que los contienen, Un nivel significativo de antioxidantes se alcanza con un consumo de unos 800 mg diarios, lo que se logra con una dieta rica en frutas y hortalizas (Huerta et al, 2022).

1.6 Ingredientes adicionales

1.6.1 *Almidón de maíz*

También conocido como “maicena” se caracteriza por ser una harina proveniente del maíz que se compone de los polímeros amilosa y amilopectina que determina los gránulos, cuyas formas pueden ser ovaladas, redondas y aplanadas en cuanto a su uso, puede darse en diversos procedimientos alimentarios e incluso transformado en productos como el jarabe para la tos (Agama-Acevedo et al., 2013; Martínez, 2013).

1.6.2 *Leche en polvo*

Es un producto en polvo de color blanco-amarillento, no contiene grumos, ni conservantes ni antioxidantes, posee las mismas propiedades que la leche normal, generalmente es obtenido a través de un proceso de deshidratación de leche pasteurizada, y puede ser de tipo entera, semi-descremada o descremada, todas ellas pueden ser consumida de manera directa, aunque su uso en sí que se le quiere otorgar depende exclusivamente del individuo (Bocci et al., 2013).

1.6.3 *Polvo de hornear*

Es resultado de la mezcla de elementos ácidos y bicarbonato de sodio (con o sin almidón), y su función radica en producir elevación a la masa, puede darse inmediatamente con unos 20 minutos o cuando la mezcla entra en contacto con calor, por eso se usa con frecuencia en creaciones de repostería (Cornejo, 2014).

1.5.4 *Goma Xantana*

Biopolímero de color crema que ofrece una propiedad viscosa, por ello se utiliza como estabilizador y protector tanto en alimentos como en insumos de cosmética, agrícolas y médicos (Brandão et al., 2008).

1.6.5 Sal

También llamados alginato, se extraen principalmente de las algas marinas mediante un proceso químico, cuyo producto no es un alimento en sí, sino un complemento en la alimentación, y su uso adecuado puede obtenerse beneficios en el organismo como bajos niveles de azúcar en la sangre, y en los alimentos, ayuda a la conversación (Avendaño-Romero, 2013).

1.7 Mezcla seca de panadería, pastelería, galletería y repostería

1.7.1 Requisitos fisicoquímica

En la tabla 8 se exponen los elementos necesarios a considerar durante el proceso de mezcla seca, según la normativa del INEN.

Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos para mezcla seca

	Unidad	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	14,5	NTE INEN-ISO 712

1.7.2 Requisitos microbiológicos

Según la normativa del INEN se creó la tabla 9 sobre los requisitos microbiológicos para mezcla seca,

Tabla 9. Requisitos microbiológicos para mezcla seca

	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1 x 10 ³	1 x 10 ⁴	NTE INEN 1529-10

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación de la Investigación

El trabajo investigativo se realizó en el Laboratorio de Bioconversión LI-BC, adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, en el kilómetro 5 1/2 vía Machala-Pasaje, provincia de El Oro, La ciudad donde está la casa de estudios está al sur de la región litoral del Ecuador, a orillas del océano Pacífico y frente al archipiélago de Jambelí, Dicha ciudad presenta una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar, 84 % de humedad relativa y un clima semiárido cálido con una temperatura media anual de 26 °C,

2.2 Materia prima

La placenta de cacao utilizada para desarrollar todo el proceso experimental del presente documento fue obtenida de la parroquia La Cuca - cantón Arenillas (El Oro - Ecuador) y proporcionada por la hacienda Torres Torres, La cascarilla de cacao se obtuvo de los procesos elaborativos de chocolate y los plátanos variedad dominico se obtuvo de los procesos elaborativos de deshidratación en el laboratorio de Bioconversión LI-BC, adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala,

La harina de trigo, almidón de maíz, sal, leche en polvo, y polvo de hornear fueron adquiridos en el mercado feria libre «Mercado Sur», La goma xantana fue comprada en el local «Productos químicos Dr, Jorge Romero»,

2.3 Preparación de la muestra

2.3.1 *Placenta de cacao*

Se inició con la recepción de las placentas de Cacao CCN-51, asegurando que no hubieran sufrido daños durante la recolección y transporte, Se determinó el peso total de la placenta recolectada, a la cual se le aplicó un tratamiento térmico para inactivar el polifenol oxidasa (PO) con el propósito de prevenir la oxidación enzimática; la placenta fue

sometida a un shock térmico mediante escaldado a una temperatura de 95-100°C durante 30 segundos (Carvajal, 2017),

2.3.2 Cascarilla de cacao

Las cascarillas de cacao se obtuvieron de granos de cacao que fueron previamente tostados a temperaturas entre 120°C y 140°C durante aproximadamente 40 minutos, Tras su recolección, se procedió a limpiar meticulosamente las cascarillas para eliminar cualquier material extraño presente, Posteriormente, se pulverizó con ayuda de un molino de tornillo helicoidal (Corona ®, Medellín, Colombia), se pasó por un tamiz de 212 µm para obtener un polvo muy fino, eliminando así cualquier residuo remanente de mayor tamaño.

2.3.3 Plátano «Dominico»

Se receptaron plátanos de variedad dominico, de índice de madurez 2 asegurando que no hubieran sufrido daños durante la recolección y transporte, Se seleccionaron aquellos de buena calidad, se sumergió y lavó con una solución de NaClO (5 ppm) durante 10 minutos, Posteriormente, se pelaron y rebanaron con un grosor de 3 mm, Se realizó una inmersión en una solución de ácido cítrico al 1% durante 10 minutos con la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático del fruto, Posteriormente, se continuó con el proceso de secado (50 °C durante 5 horas) y molienda.

2.3.4 Harina de trigo

La harina de trigo utilizada fue de origen comercial, adquirida en el mercado local, Esta harina cumplió con los estándares de calidad requeridos para los procedimientos experimentales, asegurando consistencia y confiabilidad en los resultados obtenidos.

2.4 Evaluación de la calidad fisicoquímica de las materias primas

2.4.1 Determinación de pH

Para la placenta, el valor de pH se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2 085:2005-05) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (ST5000 OHAUS, Newark, Estados Unidos),

Para el plátano, el valor de pH se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN ISO 1842) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (ST5000 OHAUS, Newark, Estados Unidos),

Para la cascarilla, el valor de pH se determinó utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments),

2.4.2 Determinación de acidez

Para la placenta, el valor de acidez se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 95:1979).

Para el plátano, el valor de acidez se determinó por método de volumetría como se especifica en AOAC 942,15.

Para la cascarilla, el valor de acidez se determinó utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.4.3 Determinación de sólidos solubles (SST)

Para la placenta, el contenido de sólidos solubles (SST) se determinó de acuerdo con la Norma Técnica (NTE INEN-ISO 2173:2013) utilizando un refractómetro (Hanna modelo HI 96801, Bogotá, Colombia),

Para el plátano, el contenido de sólidos solubles (SST) se aplicó la metodología propuesta por Rawali *et al*, (2022) utilizando un refractómetro de mano (VEE GEE Scientific, Kirkland, Washington),

2.4.4 Determinación de humedad

Para la cascarilla, el contenido de humedad se midió con un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México),

2.4.5 Determinación de sólidos totales

Para la cascarilla, el contenido de sólidos totales se midió con un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México), en donde por diferencia de la humedad se obtuvo el valor,

2.4.6 Determinación de índice de madurez

El índice de madurez del plátano se calculó mediante la relación de los grados brix y la acidez titulable,

2.5 Diseño experimental de la premezcla para repostería

Para determinar la mejor formulación se empleó un diseño de mezcla, considerando variables independientes, harina de placenta de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de cacao. Por otro lado, como variable dependiente o variable respuesta se consideró la aceptación sensorial del producto. Los datos fueron realizados mediante un software estadístico Minitab ® versión 18, considerando los límites inferiores y superiores en porcentajes para la sustitución parcial entre harina de placenta de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de cacao, véase en la tabla 10.

Tabla 10. Límites establecidos para el diseño de mezclas

Componentes	Límite inferior (%)	Límite superior (%)
Harina de placenta de cacao	47	55
Harina de plátano-trigo	35	40
Harina de cascarilla de cacao	10	13

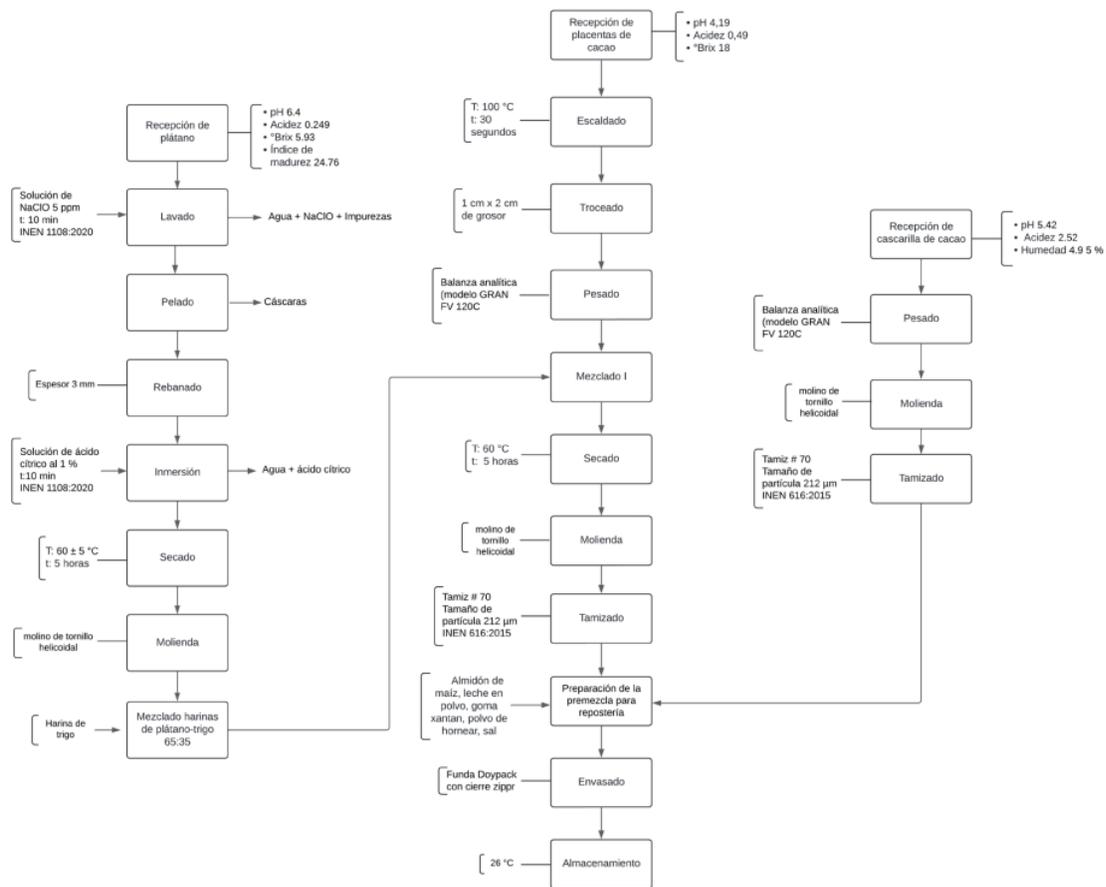
En la tabla 11 se observa los 5 tratamientos que arrojó el software estadístico Minitab® versión 18.

Tabla 11. Diseño de mezclas para la formulación del producto

Tratamientos	Harina de placenta de cacao (%)	Harina de plátano-trigo (%)	Harina de cascarilla de cacao (%)
T1	51	37,50	11,50
T2	47	40	13
T3	55	35	10
T4	49	38,75	12,25
T5	50,5	38,75	10,75

2.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca



2.6.1 Descripción del proceso de obtención de la mezcla seca

Harina de plátano

Recepción: Se receptaron plátanos verdes de la variedad dominico, y se realizaron controles de calidad, evaluando parámetros como pH, °Brix, acidez e índice de madurez.

Lavado: Se lavó por inmersión a los plátanos usando una solución de 5 ppm de NaClO durante 10 minutos, para eliminar cualquier impureza adherida a la cáscara. El agua utilizada para este proceso cumplió con la normativa INEN 1108:2020.

Pelado: Se procedió a separar la cáscara del fruto utilizando un cuchillo, realizando un corte transversal a lo largo del plátano para facilitar el pelado.

Rebanado: Una vez pelados, los plátanos se cortaron en rebanadas de 3 mm de espesor utilizando una rebanadora (marca Fritega SA), con el propósito de facilitar el proceso de secado.

Inmersión: Se sumergieron las rodajas de banano en una solución de ácido cítrico al 1% durante 10 minutos, con el fin de evitar el pardeamiento enzimático del fruto y así reducir la posibilidad de obtener una harina de color oscuro. El agua utilizada en este proceso también cumplió con la normativa INEN 1108:2020.

Secado: Las rodajas de banano se secaron haciendo uso de un horno deshidratador (Ecuahorno, Quito-Ecuador) a una temperatura de 60 ± 5 °C durante 5 horas. Este proceso de secado fue crucial para disminuir el contenido de humedad de la fruta y asegurar una buena ruptura durante el proceso de molienda.

Molienda: Una vez finalizado el proceso de secado, las rodajas de banano se molieron utilizando un molino (marca Corona) para reducir las a un tamaño de 212 μ m.

Mezclado harinas de plátano-trigo: La relación harina de plátano-trigo fue de 65:35, es decir 65 % de harina de plátano y 35 % de harina de trigo con una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Harina de cascarilla de cacao

Recepción: Se receptaron las cascarillas de cacao, y se realizaron controles de calidad, evaluando parámetros como pH, humedad, sólidos totales y acidez.

Pesado: La materia prima se pesó utilizando una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Molienda: Las cascarillas de cacao se molieron con un molino (Corona®, Medellín, Colombia) hasta obtener un polvo fino.

Tamizado: El polvo obtenido de las cascarillas molidas se tamizó utilizando un tamiz #70, alcanzando un tamaño de partícula de 212 µm, conforme a la norma INEN 616:2015.

Harina de placenta de cacao

Recepción: Se receptaron las placentas a las cuales se les midió pH, Brix y acidez.

Escaldado: La placenta de cacao se escaldó a 100 °C durante 30 segundos, con el propósito de prevenir la oxidación enzimática.

Troceado: La placenta de cacao se cortó en trozos más pequeños para facilitar el secado y la molienda posteriores.

Pesado: La placenta se pesó utilizando una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Mezclado I: La placenta de cacao se mezcló con la relación de harinas plátano-trigo 65:35 para facilitar la molienda, ya que los azúcares presentes en la placenta dificultan el proceso haciéndola altamente cohesiva y adherente.

Secado: La mezcla se secó en un horno (EcuHornos, Quito-Ecuador) durante 5 horas a 60 °C. Este proceso fue crucial para disminuir el contenido de humedad de la placenta y asegurar una buena ruptura durante la molienda.

Molienda: Una vez finalizado el proceso de secado, la mezcla se molió utilizando un molino (marca Corona) hasta obtener un polvo fino.

Tamizado: Los polvos obtenidos de la placenta de cacao, plátano y harina de trigo se tamizaron utilizando un tamiz #70 (tamaño de partícula 212 µm) según la norma INEN 616:2015.

Preparación de la premezcla para repostería: Se combinaron todos los ingredientes molidos y tamizados (harina de placenta y cascarilla de cacao, harina de plátano y harina de trigo), junto con almidón de maíz, leche en polvo, goma xantana, polvo de hornear y sal, para formar la mezcla seca final.

Envasado: La mezcla seca se envasó en fundas doypack con cierre zipper de 250 g.

Almacenamiento: La mezcla seca se almacenó a temperatura ambiente (26 °C) para evitar que adquiriera humedad y así preservar su calidad y vida útil.

2.7 Formulación del muffin

En la formulación del muffin se consideró la premezcla seca de harina de placenta de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de caco, a la misma se le añadió el resto de los ingredientes declarados en la tabla 12:

Tabla 12. Formulación del muffin

INGREDIENTES	CANTIDAD
Mezcla seca de repostería	123 g
Huevos	15 mL
Margarina (Bonella)	69 g
Leche líquida	72 mL
Azúcar	98 g

Los resultados de la evaluación sensorial sobre la impresión global en una escala hedónica de 5 puntos se evaluaron mediante el programa estadístico (Minitab ® versión 18). En este mismo programa se empleó para llevar a cabo la optimización de respuesta, estableciendo una meta máxima y objetivo de 5 en las pruebas sensoriales.

2.8 Evaluación sensorial del muffin elaborado a partir de las mezclas secas formuladas

La evaluación sensorial se ejecutó en el laboratorio de bromatología, contando con un panel semi-entrenado de 38 personas de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala. El objetivo fue determinar la preferencia sobre las formulaciones desarrolladas con una evaluación sensorial de tipo afectivo con una escala hedónica verbal de 5 puntos como herramienta (anexo 1).

El índice de aceptabilidad (IA) como reporta Arruda *et al*, (2016) se calculó empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Índice de aceptabilidad

$$AI (\%) = \frac{(100 \cdot \text{Pr o medio de las puntuaciones obtenidas para el producto})}{\text{Puntuación más alta dada al producto}}$$

2.9 Evaluación de la calidad fisicoquímica del producto formulado

2.9.1 Determinación de humedad

Se empleó un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México) para la determinación del contenido de humedad.

2.9.2 Determinación de cenizas y minerales

La determinación de ceniza y minerales se llevó a cabo en el laboratorio Multianálityca S.A., ubicado en Quito. Allí, se empleó el método de AOAC 923.03/Gravimetría, directo para cenizas y el método SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/AAS llama aire C2H2 para calcular la cantidad de cadmio presente en la mezcla seca.

2.9.3 Determinación de fibra bruta

El contenido de fibra bruta se determinó mediante el método NTE INEN 522:2013/Gravimetría obtenido por el análisis realizado por el laboratorio Multianálitica S.A.

2.9.4 Determinación de pH

Se pesó 5 g de muestra, se colocó en un matraz y se aforó a 50 mL con agua destilada libre de CO₂. El valor de pH se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 2085:2005-05) utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.9.5 Determinación de sólidos totales

Se empleó un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México) para la determinación del contenido de sólidos totales mediante diferencia de la cantidad de humedad.

2.9.6 Determinación de acidez total

Se pesó 5 g de muestra, se colocó en un matraz y se aforó a 50 mL con agua destilada libre de CO₂. El valor de acidez se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 95:1979) utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.9.7 Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales por el método Folin-Ciocalteu a la formulación optimizada

Para la determinación del contenido de polifenoles totales, se utilizó la metodología propuesta por Ayala-Zavala et al. (2012) y Zapata et al. (2013).

Preparación del extracto

Para la preparación del extracto de la mezcla seca de repostería para la determinación de compuestos fenólicos se hizo una adaptación de la metodología aplicada por (CITA). La muestra evaluada en este caso fue la formulación optimizada gracias a la evaluación sensorial, la cual incluía: 50,50% de harina de placentas de cacao, 38% de harina de plátano-trigo y 11,50% de harina de cascarilla de cacao. Se pesó 20 g de muestra y se le

añadió 100 mL de agua destilada y se colocaron en una plancha con agitación (180 rpm), durante 5 min. Luego se filtró la muestra con papel filtro Whatman #1. Este extracto se usó para determinar contenido de polifenoles totales. Cabe destacar que todas las diluciones y muestras fueron sometidas a análisis por triplicado.

Preparación de reactivos:

Solución diluida de Folin-Ciocalteu's 1N: Se tomó 1 mL del reactivo Folin-Ciocalteu's 1N y se lo diluyó en 1 mL de agua destilada.

Solución de carbonato de sodio (20%): Se procedió a pesar 20 g de Na₂CO₃ anhidro y se diluyó en 100 mL de agua destilada.

Ensayo: En tubos de ensayo de unos 20 mL de capacidad, se añadieron 50 µL de la muestra a analizar junto con 3 mL de agua y 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu's 1N. Se dejó equilibrar por 8 min. Se adicionó 750 µL de Na₂CO₃ al 20% y 950 µL de agua. Se dejó incubar por 30 min a temperatura ambiente en condiciones de oscuridad y se procedió a leer la absorbancia en un espectrofotómetro UV/VIS (PG Instrument Ltd, modelo T70+ UV/VIS Spectrometer) a una longitud de onda de 765 nm.

Los resultados relativos al contenido de fenoles totales se expresaron en términos de miligramos equivalentes de ácido gálico (EAG) por gramo de muestra fresca. Para determinar la concentración de fenoles totales en la muestra, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal utilizando una curva de calibración, de la cual se obtuvo la siguiente ecuación:

Absorbancia: $0.0034 x + 0.0255$ concentración (mg/m) con un coeficiente de determinación de $(R^2) = 0.9941$

2.10 Evaluación de las características tecno-funcionales del producto formulado

Se determinaron las siguientes propiedades: índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento (PH), capacidad de retención de agua. Los métodos que se utilizaron para determinar las propiedades mencionadas fueron tomados de (Ramirez, 2020).

2.10.1 Determinación el índice de absorción de agua

Se adicionaron 0,5 g del producto a un tubo de ensayo de peso conocido. Posteriormente, se agregaron 6 mL de agua destilada a 30 °C. El tubo se incubó durante 30 minutos en un baño termostataado a 30 °C. Luego, se centrifugó a 5000 rpm durante 20 minutos. Finalmente, se retiró el sobrenadante y se pesó el gel retenido, Se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Índice de absorción de agua

$$IAA \left(\frac{g \text{ absorbido}}{g \text{ harina}} \right) = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

2.10.2 Determinación el índice de solubilidad en agua

Se tomó el sobrenadante del ensayo de IAA y se midió su volumen. Posteriormente, se filtró el líquido. Del filtrado resultante, se extrajeron 2 mL que se colocaron en una caja Petri de peso conocido. La caja Petri se secó durante 4 horas a 90°C. Una vez fría, se registró el peso de la caja Petri. Finalmente, se aplicó la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Índice de solubilidad en agua

$$ISA (\%) = \frac{\text{Peso seco sobrenadante (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \cdot 100$$

2.10.3 Poder de hinchamiento

Se pesaron el gel y el peso seco del sobrenadante obtenidos previamente. Luego, se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Poder de hinchamiento

$$PH = \frac{\text{Peso gel (g)}}{\text{Peso de la muestra(g)} - \text{Peso seco sobrenadante (g)}}$$

2.10.4 Determinación la capacidad de retención de agua

Se pesó y dispersó 1 g de producto en 30 mL de solución de NaCl al 2%. La mezcla se agitó durante 10 minutos y luego se calentó a 85°C por 15 minutos. Posteriormente, se dejó enfriar y se centrifugó a 5000 rpm durante 15 minutos. Se eliminó el sobrenadante y se pesó el gel retenido. Finalmente, se aplicó la ecuación correspondiente.

Ecuación 5. Capacidad de retención de agua

$$CRA (\%) = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \cdot 100$$

2.11 Calidad microbiológica del producto formulado

Se realizaron análisis microbiológicos en el laboratorio Multianálityca S.A., ubicado en Quito, Ecuador para el recuento de mohos y levaduras por medio del método AOAC 997.02/Petriefilm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la calidad fisicoquímica de las materias primas

En la tabla 13, se presentan los valores obtenidos en la evaluación fisicoquímicas del plátano, la placenta y la cascarilla de cacao.

Tabla 13- Características fisicoquímicas del plátano, la placenta y cascarilla de cacao

<i>Parámetro</i>	<i>Placenta</i>	<i>Cascarilla</i>	<i>Plátano</i>
<i>Sólidos solubles °</i>	18 ± 0,13	-	5,93 ± 0,09
<i>Potencial de hidrógeno daw(pH)</i>	4,19 ± 0,10	5,42 ± 0,00	6,4 ± 0,10
<i>Acidez %</i>	0,49 ± 0,08	2,52 ± 0,05	0,249 ± 0,03
<i>Sólidos totales %</i>	-	95,1 ± 0,00	-
<i>Índice de madurez</i>	-	-	24,76 ± 0,16
<i>Humedad %</i>	-	4,9 ± 0,00	-

Los resultados obtenidos para la placenta de cacao CCN51 (Trinitario) reflejan un pH de 4.19 ± 0.10 , sólidos solubles de 18 ± 0.20 °Brix y una acidez de $0.59 \pm 0.08\%$. Resultados similares fueron reportados por Quimbita et al. (2013) para la misma variedad con un pH de 4.41 y una acidez más elevada de 0.80% y una menor concentración de sólidos solubles de 12.4. Nuestros hallazgos también difieren de los obtenidos por Goude et al. (2019) en placenta de cacao Forastero, con un pH de 4.7 ± 0.14 y sólidos solubles de 13.27 ± 1.24 °Brix, indicando un pH más bajo pero un contenido de sólidos solubles superior en nuestro caso. Comparaciones adicionales con los datos de Morejón et al. (2023) para placenta de cacao Nacional (pH 5.41, acidez 0.42%) y Jiménez & Bonilla (2012) (pH 4.41, 20 °Brix) resaltan diferencias significativas, que pueden atribuirse a la variedad, condiciones de cultivo, piso climático. El bajo pH y alto contenido de sólidos solubles de nuestra muestra podrían indicar una mayor concentración de ácidos orgánicos y azúcares, influyendo potencialmente en el perfil sensorial y en la viabilidad de uso de este subproducto.

En cuanto a la cascarilla, se observó un pH de 5.42 ± 0.00 , más alto que el rango de 4.69 a 4.91 reportado por Garay et al. (2020) para distintas temperaturas de tostado. Esto podría indicar una menor concentración de ácidos orgánicos volátiles, posiblemente por un proceso de tostado más eficiente. La composición mostró sólidos totales de $95.1 \pm 0.00\%$ y una humedad de $4.9 \pm 0.00\%$, cifras dentro del rango de 4.9% a 12.0% establecido por la EFSA (2008) y comparables con los valores obtenidos por Ramírez L (2020), quien reportó una humedad de $5.873 \pm 0.169\%$, y Villamizar & López (2017), que documentaron una humedad de 6.7% y sólidos totales del 93.3%. Las ligeras variaciones en humedad podrían deberse a diferencias en las condiciones de tostado y la humedad inicial de los granos. El elevado porcentaje de materia seca sugiere un contenido alto de componentes no volátiles, coherente con un tostado efectivo. La acidez de $2.5195 \pm 0.05\%$, medida mediante potenciómetro, supera el rango de acidez titulable de 1.1 a 1.75% indicado por Garay et al. (2020), lo que implica que ciertos ácidos no volátiles se han retenido en mayor medida a pesar del tratamiento térmico.

Por último, los análisis del plátano de variedad dominico revelaron un pH de 6.4 ± 0.00 , en línea con los valores de 5.88 ± 0.035 y 6.2 reportados por Narváez y Salazar (2022) y Cruz y Salinas (2023), respectivamente. Esto sugiere una composición estable de ácidos orgánicos. La acidez titulable de $0.249 \pm 0.03\%$ es comparable al 0.251% mencionado por Cruz y Salinas (2023), reflejando una composición ácida similar, esencial para el sabor y conservación del plátano. Según Quiceno, Giraldo y Villamizar (2014), el rango óptimo de sólidos solubles para plátano verde es de 5 a 8 °Brix; nuestro valor de 5.93 ± 0.09 °Brix se ajusta a este rango. El índice de madurez de 24.76 ± 0.16 concuerda con el valor de 23.9 reportado por Cruz y Salinas (2023), sugiriendo que los plátanos estaban en una fase óptima para su procesamiento en harina.

3.2 Optimización de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial

Se muestran los resultados de la evaluación sensorial para cada uno de los 5 tratamientos. Véase en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen estadístico de los resultados de la evaluación sensorial

Tratamientos	Nº de observaciones	Puntaje mínimo	Puntaje máximo	Promedio de la escala hedónica global,	Índice de aceptabilidad (%)
T1	38	1	5	3,60	100
T2	38	1	5	3,47	96,38
T3	38	1	5	3,36	93,33
T4	38	1	5	3,39	94,16
T5	38	1	5	3,52	97,77

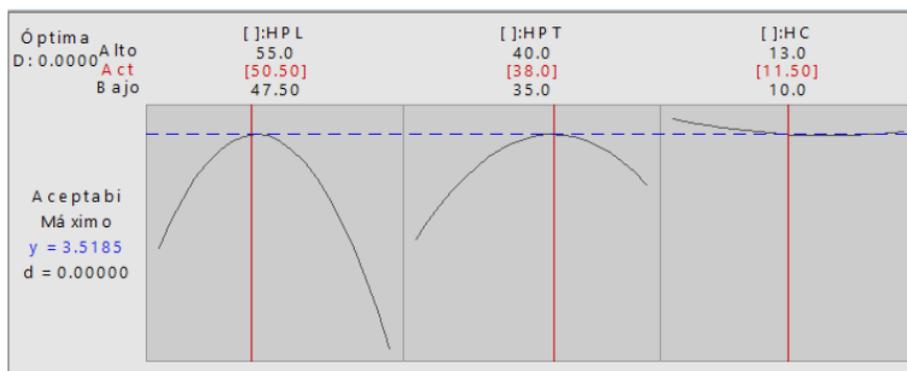
El análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial muestra una aceptación general positiva para todos los tratamientos, situándose con puntuaciones que superan consistentemente el punto medio de la escala hedónica global, Los promedios obtenidos, oscilan entre 3,36 y 3,60 reflejando una inclinación positiva de los panelistas semi-entrenados hacia las muestras evaluadas, dentro de una escala en la que el puntaje mínimo (1) representa “me disgusta mucho” y máximo (5) representa “me gusta mucho” .Estos resultados reflejan la diversidad de las preferencias individuales de los panelistas semi-entrenados. En particular, los tratamientos T1 y T5 resaltaron como preferidos, lo que sugiere que estos tratamientos lograron un mayor alineamiento con las expectativas y preferencias sensoriales de los evaluadores.

Se presenta en la tabla 15, la optimización de respuesta que buscaba maximizar la evaluación sensorial del producto con un objetivo de 5 en una escala hedónica global. Esto indica que se buscaba la mejor aceptación sensorial posible del producto.

Tabla 15. Optimización de respuesta

	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Resultado evaluación sensorial	Máximo	4	5	5

Figura 4. Gráfica de optimización de respuesta



Harina de placenta de cacao (%HPL), harina de plátano-trigo (%HPT) y harina de cascarilla de cacao (%HC).

Los resultados obtenidos a partir de la gráfica de optimización revelan una nueva formulación optimizada que se acerca a los parámetros establecidos. La primera curva muestra una relación no lineal, con un punto máximo en 50.50 % de harina de placenta de cacao, indicando que este es el nivel óptimo para maximizar la respuesta sensorial. La segunda es similar a la primera curva alcanzando su valor óptimo en 38 % de la harina de plátano-trigo, en cuanto a la tercera curva su pendiente es plana en comparación con las otras dos, alcanzando su valor máximo en 11.50 % de harina de cascarilla de cacao. No obstante, aunque identificara esta mezcla óptima de ingredientes, el valor máximo aceptable de la evaluación sensorial fue de 3.5185, inferior al objetivo deseado de 5, Esto sugiere que, aunque se encontró una mezcla óptima en la formulación, aún se necesitan ajustes adicionales para alcanzar el nivel de aceptación sensorial deseado.

Por lo antes expuesto, se acepta la hipótesis alternativa, que al menos una de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

3.2.1 Formulación optimizada de la mezcla seca para repostería

En la siguiente tabla se observan las cantidades de cada ingrediente de la formulación optimizada de la mezcla seca para repostería.

Tabla 16. Formulación de la mezcla seca para repostería

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de placenta de cacao	180 g
Harina de plátano-trigo	135 g
Harina de cascarilla de cacao	41 g
Almidón de maíz	20 g
Leche en polvo	99 g
Goma xantana	6 g
Polvo de hornear	6 g
Sal	4 g

3.4 Análisis de la calidad fisicoquímica, tecno-funcional y microbiológica del producto final

Para determinar la calidad química del producto final se aplicaron diferentes metodologías, véase en la tabla 16.

Tabla 17. Resultados de la calidad química del producto final

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
Fenoles totales	1,7	g/L
Fibra bruta	2,08	%
Cenizas	4,69	mg/kg
Cadmio	<0,05	%
Humedad	6,1	%
Sólidos totales	93,9	%
pH	5,32	
Acidez	1,27	%

Los resultados de fenoles totales (1.7 g/L) en la mezcla seca para repostería desarrollada a partir de placenta y cascarilla de cacao son prometedores desde una perspectiva nutricional. Este valor sugiere un aporte significativo de compuestos bioactivos, considerando que la ingesta diaria recomendada de polifenoles oscila entre 50 y 800 mg, según reportado por Huerta et al. (2022). La presencia de estos compuestos en la formulación podría contribuir a alcanzar los niveles de antioxidantes asociados con beneficios para la salud, especialmente si se considera que un consumo de unos 800 mg diarios se relaciona con efectos antioxidantes significativos. Este nivel de fenoles totales en la mezcla desarrollada resalta el potencial de los subproductos del cacao como fuente valiosa de antioxidantes naturales, alineándose con las tendencias actuales de alimentos y aprovechamiento de residuos agroindustriales (Okiyama et al., 2017).

El contenido de humedad (6.1%) y sólidos totales (93.9%) demuestran una composición favorable en términos de estabilidad y calidad del producto. Estos resultados cumplen satisfactoriamente con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la Normativa INEN-ISO 712, que establece un máximo de 14.5% de humedad para este tipo de productos. El bajo contenido de humedad, significativamente inferior al límite máximo permitido, sugiere una excelente capacidad de conservación y resistencia al crecimiento microbiano. Según Fontana (2020), un contenido de humedad reducido se correlaciona con una baja actividad de agua (*aw*), factor crucial para inhibir el desarrollo de microorganismos y prolongar la vida útil del producto. Además, el alto porcentaje de sólidos totales indica una concentración elevada de componentes nutricionales y funcionales, lo cual es deseable en productos en polvo para repostería. Esta composición no solo cumple con las normativas de calidad, sino que también puede contribuir a la funcionalidad tecnológica del producto en aplicaciones de panadería y repostería, como lo señalan estudios recientes sobre el uso de subproductos de cacao en formulaciones alimentarias (Okiyama et al., 2017).

La fibra bruta (2.08%) es notablemente superior al reportado para el plátano dominico verde ($0.8389 \pm 0.0165\%$). Esta diferencia significativa sugiere que nuestra mezcla posee mayor potencial como fuente de fibra que el plátano verde, por lo que se debe a la naturaleza de los subproductos de cacao utilizados. Los subproductos del cacao, como la cascarilla, son conocidos por su alto contenido en fibra y compuestos bioactivos (Okiyama et al., 2017)

El pH (5.32) y la acidez (1.27%) pueden contribuir al sabor característico y a la conservación natural de la mezcla. El contenido de cenizas (4.69 mg/kg) sugiere la presencia de minerales, aunque se requeriría un análisis más detallado para identificarlos. Es importante destacar que el nivel de cadmio (<0.05%) se encuentra por debajo de los límites permitidos, lo cual es crucial considerando las preocupaciones sobre la presencia de metales pesados en productos de cacao (Meter et al., 2019).

Para determinar las características tecno-funcionales del producto final se aplicaron las metodologías descritas en el numeral 2.10 del presente documento y los resultados: del índice de absorción de agua (IAA), del índice de solubilidad en agua (ISA), del poder de hinchamiento (PH), de la capacidad de retención de agua (CRA) se presentan a continuación en la tabla 17:

Tabla 18. Resultados de las características tecno-funcionales del producto final

Parámetro	Resultado
Índice de absorción de agua (IAA)	9,52
Índice de solubilidad en agua (ISA%)	3,55 %
Poder de hinchamiento (PH)	10,91
Capacidad de retención de agua (CRA%)	7,52 %

El IAA reportado por Ramírez (2020) para la harina de cascarilla de cacao fue de $5,8 \pm 0,1$ g/g, un valor considerablemente menor en comparación con el obtenido en la mezcla seca formulada en este estudio. Esta discrepancia puede explicarse por la inclusión de harina de plátano, cuya capacidad de absorción de agua ha sido documentada en estudios como el de Rivera (2014), que reportó valores de IAA de hasta 10,11 g/g en ciertos estados de madurez del plátano. Además, la presencia de almidón de maíz y leche en polvo en la mezcla incrementa aún más esta capacidad de absorción debido a la alta afinidad de estos componentes por el agua. Según Rodríguez (2012), en una mezcla para repostería con la sustitución parcial de trigo por harina de quinua y papa, reportó un IAA inferior de 4.48 %. Según lo señalado por Patil y Arya en 2017, existe una correlación

positiva entre el contenido proteico y la capacidad de absorción hídrica. Demostrando así que en la formulación de nuestro producto incrementa el IAA de forma significativa en comparación con otras matrices, y podría mejorar la consistencia y manejabilidad de la masa durante el mezclado.

Por otro lado, el PH también muestra una diferencia notable en comparación con los datos reportados para la harina de cascarilla de cacao pura, donde Ramírez (2020) encontró un PH de $6,4 \pm 0,2$ %. Así mismo, Rodríguez (2012) reportó un PH de 4,84% en mezcla de harinas no convencionales. En nuestro producto final, el valor observado es mayor, lo que puede atribuirse a la adición de goma xantana y polvo de hornear. Orellana&Ullauri (202) reportaron valores muy similares en una mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. Estos ingredientes son conocidos por su capacidad para retener gases y expandirse durante el horneado, lo que se traduce en un aumento en el volumen y la esponjosidad del producto final. Aguilar (2023) apoya esta observación al destacar cómo los tratamientos termo mecánicos y la composición de la mezcla pueden modificar significativamente las propiedades funcionales de las harinas. Jan et al. (2022) plantean que un PH alto se correlaciona con una retención de agua superior en los gránulos de almidón expandidos, probablemente por la cantidad de almidón presente en la harina de plátano y el almidón de maíz. Esta propiedad, según los autores, conlleva a mejores atributos organolépticos en varios alimentos procesados, específicamente en lo que respecta a la percepción sensorial en la boca.

La CRA de la mezcla desarrollada superó los valores reportados en estudios previos para harinas individuales. Ramírez (2020) reportó una CRA de $4,8 \pm 0,2$ % para la harina de cascarilla de cacao, mientras que Rivera (2014) documentó valores que oscilan entre 2,19 g/g y 7,14 g/g para harinas de plátano, dependiendo del estado de madurez. Así mismo, Castañeda et al. (2020) reporta que la goma xantan posee una gran capacidad de retención de agua a diferentes temperaturas. Orellana y Ullauri (202) reportaron valores inferiores en una mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. La mayor CRA observada en la mezcla sugiere que los componentes como la leche en polvo y la goma

xantana actúan sinérgicamente como agentes estabilizadores y humectantes, esenciales para mantener la humedad y mejorar la textura en productos horneados.

Finalmente, el ISA obtenido en la mezcla presenta valores moderados que son adecuados para aplicaciones en productos horneados. Aunque el ISA es menor que en algunas harinas puras, como la de plátano (Rivera, 2014) y harinas de quinua y papa, Rodríguez (2012) que mostró valores de hasta 11,25 g/100 g y 7,45% respectivamente, sigue siendo superior al reportado por Ramírez (2020) para la harina de cascarilla de cacao ($2,3 \pm 0,1$ %). Orellana y Ullauri (202) reportaron valores superiores para la mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. Por otro lado, Agama-Acevedo indicó en 2013 que los almidones con baja proporción de amilosa, como es el caso del almidón de maíz con un 25-35% de este componente, tienden a presentar índices de solubilidad elevados.

Tabla 19. Resultado microbiología del producto final

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
Recuento de Mohos	$2,3 \times 10^2$	UFC/g
Recuento de Levaduras	<10	UFC/g

En la tabla 18 se observa que según los resultados obtenidos de análisis de laboratorio la mezcla seca de repostería posee $2,3 \times 10^2$ UFC/g de Mohos se encuentra dentro del límite aceptable establecido por la norma INEN 1529-10, que permite hasta 1×10^3 UFC/g como valor “m” y 1×10^4 UFC /g como valor “M”. Por otro lado, el recuento de levaduras (<10 UFC/g) también cumple con estos parámetros, demostrando un control adecuado de estos microorganismos.

CONCLUSIONES

- Los valores de la calidad fisicoquímica de la materia prima utilizada (plátano, placenta y cascarilla de cacao) son comparables según diferentes autores, por lo que presenta idoneidad de uso para formular mezclas secas para repostería.
- La mezcla seca para repostería mejor aceptada fue el tratamiento 1, la cual fue optimizada, quedando de la siguiente manera: 50.50 % harina de placenta de cacao, 38 % harina de plátano y trigo, 11.50 % harina de cascarilla de cacao.
- La evaluación de las características tecno-funcionales y calidad fisicoquímica de la formulación optimizada son similares a lo reportado por diferentes autores, en cuanto a la calidad microbiológica los resultados se ajustan a lo exigido por la norma INEN 1529-10. Por último, se debe mencionar que la utilización de subproductos del cacao representa una alternativa potencial para la formulación de productos por su valor nutricional y compuestos de interés, además su utilización contribuye a mitigar el impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil de la mezcla seca para repostería formulada a partir de placenta y cascarilla de cacao, para determinar su durabilidad y condiciones óptimas de almacenamiento.
- Experimentar con diferentes variedades de cacao de la zona 7 para obtener placenta y cascarilla, para comparar sus efectos en el rendimiento y las propiedades sensoriales de la mezcla seca para repostería.
- Investigar la posibilidad de incorporar otros subproductos del cacao en la formulación de la mezcla seca, buscando optimizar el aprovechamiento integral del *Theobroma cacao L.* y potenciar las propiedades nutricionales y sensoriales del producto final.
- Realizar pruebas de aplicación de la mezcla seca en diferentes productos de repostería para evaluar su versatilidad y aceptación en diversas preparaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O., y Bello-Pérez, L, (2013), Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis, *Agrociencia*, 47(1), 1-12, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952013000100001&script=sci_arttext
- Aguilar Monserrate, R, S, (2023), *Lupinus Mutabilis Sweet*: una revisión de sus propiedades nutricionales y tecnofuncionales, y su aplicación en la elaboración de productos horneados,
- Anoraga, S., Shamsudin, R., Hamzah, M, H., Sharif, S., & Saputro, A, D, (2024), Cocoa By-Products: A Comprehensive review on potential uses, waste management, and emerging green technologies for cocoa pod husk utilization, *Heliyon*,
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador, (2023), Tipos de cacao, Obtenido de <https://anecacao.com/cacao-en-el-ecuador/tipos-de-cacao/>
- Avendaño - Romero, G., López-Malo, A., y Palo, E, (2013), Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos, *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(1),87-89, https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46178354/ALGINATOS_I-libre.pdf?1464900574=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropiedades_del_alginato_y_aplicaciones.

[pdf&Expires=1723309254&Signature=RjlbYezObMuDFVr7coLG4kAQ-os0KGVjmGQwtHKy8XUgcKYQXApmXGBY0rG81HYS9LVIRgkwvV53s8stzk9x9hvtc-k~RSEHvpHJue7wLQHaff0y7AsY1f9-3N-PCprXNao78-SdVfM7OyqBfBIkPYooVTin76VrsFVLULonneAjYmORoTSLAnPeU6xK1Bn4cZMqUesme2iaLhn9D~Xna9HgSIki6sOt5Le1qlzPVDSFEq0xZBQk8P2hnJ9ZAmF7jCINQ1aehEvZsF~wVAQK5mwbJSiN8bujb2cRDijz8uzxR0Tkf5OnkZnqSDcXBk6SFJyUPkcoe-F0VTYxPHUXew_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](#)

Ayala-Zavala, J, F., Silva-Espinoza, B, A., Cruz-Valenzuela, M, R., Villegas-Ochoa, M, A., Esqueda, M., González-Aguilar, G, A., & Calderón-López, Y, (2012), Antioxidant and antifungal potential of methanol extracts of *Phellinus* spp, from Sonora, Mexico, *Revista iberoamericana de micología*, 29(3), 132-138

Blasco, G., y Gómez, F, (2014), Propiedades funcionales del plátano (*Musa* sp), *Revista Médica Universitaria*, 14(2), 22-26
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61315>

Bocci, D., Casas, M., y Eirin, R, (2013), Producción de Leche en Polvo Entera, Parcialmente Descremada y Descremada, Estudio de prefactibilidad, (Tesis de grado), Universidad Nacional de Cuyo, Obtenido de https://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7878/producciondel_echeenpolvo.pdf

Bolívar, Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1e1c5e34-e755-4295-85a9-c225b5948c4c/content>

Brandão, L., Rocha, T., Souza, B., Azevedo, M., y Druzian, J, (2008), Producción de goma xantana obtenida del jugo de caña de azúcar, *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 28, 217-222,
<https://www.scielo.br/j/cta/a/b863qVDL9QK6rbPHwCNBD7C/?lang=pt#>

- Buenhombre, A, J, (2016), *Diseño y evaluación biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales),
- Cedeño, E., y Dilas-Jimenez, J, (2022), Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma, Revista Científica y Tecnológica QANTY YACHAY 'Saber de la Cantuta' (QUECHUA) revista multidisciplinaria, 2(1), 8-15, <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/17/14>
- Chamaidan, J, (2020), *EFFECTO INHIBITORIO DEL ÁCIDO CÍTRICO EN EL PARDEAMIENTO DE LA PLACENTA DE CACAO (Theobroma cacao) PREVIO A LA OBTENCIÓN DE HARINA MEDIANTE DESHIDRATADO ADIABÁTICO* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR),
- Chuez Sabando, K, P, (2022), Identificación del perfil de polifenoles, flavonoides y metilxantinas en mazorca y placenta de cacao (theobroma cacao, l.) De las variedades ccn-51 y nacional,
- Castañeda-Ovando, A., González-Aguilar, L, A., Granados-Delgadillo, M, A., & Chávez-Gómez, U, J, (2020), Goma guar: Un aliado en la industria alimentaria, *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(14), 107-111,
- Guirlanda, C., Silva, G., Takahashi, J, (2021), «Cocoa honey: Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product?», *Future Foods*, 7, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000514>
- Cornejo, C, (2014), *Tecnologías en la fabricación de jaleas, esencias y polvo de hornear*, (Tesis de grado), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/499e7606-da9f-44e7-9b0b-008ffc12e446/content>

- Elizalde, K., López, W., y Espinoza, K, (2023), Determinación de la eficiencia agronómica del cultivo de cacao CNN51 (*Theobroma cacao*), bajo la aplicación de cuarto fertilizantes foliares en el cantón Caluma, provincia Bolívar, (Tesis de grado), Universidad Estatal de Bolívar
- El Salous, A., & Pascual, A, (2018), Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador, *Revista I+ D Tecnológico*, 14(1), 49-59
- European Food Safety Authority (EFSA), (2008), Theobromine as undesirable substances in animal feed-Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, *EFSA Journal*, 6(9), 725,
- Fabrice, Zoro Armel, Oussou Kouamé Fulbert, and Touré Abdoulaye, "Evaluation of Phenolic and Aromatic Compound of Placenta Three Cocoa Varieties (*Theobroma cacao* L) Cultivated in Côte d'Ivoire," *Asian Food Science Journal* 22,6 (2023): 1-10,
- Ouattara, L, Y., Kouassi, E, K, A., Soro, D., Soro, Y., Yao, K, B., Adouby, K., ,, & Aina, P, M, (2021), Cocoa pod husks as potential sources of renewable high-value-added products: A review of current valorizations and future prospects, *BioResources*, 16(1),
- Figueroa, K, H, N., García, N, V, M., & Vega, R, C, (2020), Cocoa by-products, *Food wastes and by-products: Nutraceutical and health potential*, 373-411,
- Guevara, (2020), Comportamiento productivo en pollos de engorde camperos alimentados con harina de plátano (*Musa paradisiaca*),
- Goude, K, A., Adingra, K, M, D., Gbotognon, O, J., & ParfaitKouadio, E, J, (2019), Biochemical characterization, nutritional and antioxidant potentials of cocoa placenta (*Theobroma cacao* L.), *Annals: Food Science & Technology*, 20(3),

Goude, K, A., ADINGRA, K, M, D., KOUAME, K, H., Soguimondenin, S, O, R, O., & KOUADIO, E, J, P, (2023), FUNCTIONAL PROPERTIES OF FERMENTED AND UNFERMENTED COCOA PLACENTA POWDERS (THEOBROMA CACAO L,) FOR THE PRODUCTION OF BISCUITS, *Food and Environment Safety Journal*, 22(2),

Herrera Marrero, M, (2020), Azúcar oculto y salud, <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20273>

Jan, N., Naik, H, R., Gani, G., Bashir, O., Amin, T., Mohd-Wani, S., & Ahmad-Sofi, S, (2022), Influence of replacement of wheat flour by rice flour on rheo-structural changes, in vitro starch digestibility and consumer acceptability of low-gluten pretzels, *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(9), <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00088-y>

Jiménez, F, M., & Bonilla, M, D, (2012), Aprovechamiento de mucílago y maguey de cacao (*Theobroma cacao*) fino de aroma para la elaboración de mermelada, [Tesis de grado], Guaranda, Ecuador, Recuperado el 15] de Sep de 2015, de <https://cacaofcaug.files.wordpress.com/2014/09/0-24-ai.pdf>

Lu, F., Rodriguez-Garcia, J., Van Damme, I, et al, (2018), Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions, *Current Opinion in Green Sustainable Chemistry*, 14: 80–88,

LUCIO, R, N, M., CHANG, J, F, V., TORRES, C, A, V., RODRÍGUEZ, W, J, M., & OCAMPO, R, G, D, (2023), VALOR NUTRICIONAL DEL MAGUEY DESHIDRATADO DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*) NACIONAL, PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS NUTRICIONALES DE USO ALIMENTARIO, *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.) CON FINES AGROALIMENTARIOS*, 68,

Martínez, G, (2013), El almidón de maíz: un producto cada vez más valioso por su gran potencial alimentario e industrial, Revista El Cerealista, 105, 12-16, <https://repository.agrosavia.co/handle/20,500,12324/711>

Meter, A., Atkinson, R, J., & Laliberte, B, (2019), Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe: Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación,

Morales, Y., Cuautle, K., Diaz, M., y Maldonado, J, (2024), Usos de la hoja de plátano (Musa paradisiaca L.) en la gastronomía, Revista de gastronomía y cocina, 3(1), 1-11, <https://academiaculinaria.org/index.php/gastronomia-cocina/article/view/40/68>

Nieto, J, (2023), Análisis de producción de cacao CCN51 convencional vs cacao CCN51 con certificación orgánica, Polo del Conocimiento: Revisto científico-profesional, 8(9), 1752-1758, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9227672>

NTE INEN 2085, Requisitos, Galletas, Norma Técnica Ecuatoriana 2085: 2005, Quito – Ecuador,

NTE INEN 2173, Productos vegetales y de frutas-Determinación de sólidos solubles-Método refractométrico (IDT), Norma Técnica Ecuatoriana 2173: 2013, Quito – Ecuador,

NTE INEN 95, Pan común, Requisitos, Norma Técnica Ecuatoriana 95:1979, Quito – Ecuador,

NTE INEN 3084, Mezclas alimenticias, Requisitos, Norma Técnica Ecuatoriana 2015, Quito-Ecuador,

Ocampo, J, F, B., Santos, M, S, G., & Quintana, S, G, C, (2021), Capacidad antioxidante y polifenoles totales de infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*Theobroma bicolor*), *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(3), 13-19,

Okiyama, D, C., Navarro, S, L., & Rodrigues, C, E, (2017), Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 63, 103-112,

Orellana Pardo, M, A., & Ullauri Martinez, W, M, (2022), *Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo pleurotus ostreatus* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala),

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2020), El encanto del chocolate de origen ecuatoriano, <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1295417/>

Organización Internacional del Cacao (ICCO), (2023), Estadísticas del cacao: Boletín Trimestral de Estadísticas del Cacao de noviembre de 2023,

Patil, S, P., & Arya, S, S, (2017), Nutritional, functional, phytochemical and structural characterization of gluten-free flours, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1284-1294, <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9506-5>

Paz, R., & Pesantez, Z, (2013), Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador, *Yachana Revista Científica*, 2(2), <https://doi.org/10.1234/yach,v2i2,47>

- Quiceno Suarez, A., Cadena-Chamorro, E, M.,, Ciro-Velásquez, H, J., & Arango-Tobón, J, C, (2024), Subproductos de la agroindustria del cacao: materiales de alto valor agregado en función de su caracterización bromatológica y química,
- Quimbita, F., Rodriguez, P., & Vera, E, (2013), Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos, *Revista Tecnológica-ESPOL*, 26(1),
- Ramírez Gómez, L, M, (2020), *Diseño de un producto horneado adicionado con fibra dietaria proveniente de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia),
- Ruwali, A., Thakuri, M, S., Pandey, S., Mahat, J., & Shrestha, S, (2022), Effect of different ripening agents in storage life of banana (*Musa paradisiaca*) at Deukhari, Dang, Nepal, *Journal of Agriculture and Food Research*, 100416,
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100416>
- Rivera Flores, V, K, (2015), *Efecto del estado de madurez del banano cavendish en las propiedades de hidratación de la harina y gel* (Bachelor's thesis, Espol),
- Rodríguez, E., Lascano, A., y Sandoval, G, (2012), Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termo mecánicas y de panificación de masas, *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 199 207
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Zeppa, G., & Stévigny, C, (2020), Cocoa bean shell—a by-product with nutritional properties and biofunctional potential, *Nutrients*, 12(4), 1123,
- Sánchez-González, I., Gil-Saura, I., & Ruiz-Molina, M, E, (2020), Efectos del desarrollo sostenible percibido por el consumidor, Una propuesta de modelo de hipermercados en Ecuador, *Estudios Gerenciales*, 36(154), 27-42,

- Sangronis, E., Soto, M, J., Valero, Y., & Buscema, I, (2014), Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones, *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 64(2), 123-130,
- Sepúlveda, W, S., Ureta, I., Hernández, G, A., & Solorzano, G, K, (2017), Consumo de plátano en Ecuador: hábitos de compra y disponibilidad a pagar de los consumidores, *Revista Em Agronegocio e Meio Ambiente*, 10(4), 995-1014,
- Soares, T, F., & Oliveira, M, B, P, (2022), Cocoa by-products: Characterization of bioactive compounds and beneficial health effects, *Molecules*, 27(5), 1625,
- Sarria Montoya, A, N, (2023), Efectos de los polifenoles en la salud humana,
- Solórzano, S., y Balseca, L, (2017), Comercio internacional: nuevas perspectivas de mercado para los productos derivados de cacao de la provincia de El Oro-Ecuador, *Revista Científica Institucional Tzhoecoen*, 9(3), 1-19, <https://doi.org/10.26495/rtzh179.323327>
- Valencia E, Ignacio I, Aviles E, Bartolomé M, Martínez H, García M, Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas, *Rev la Fac Ciencias Químicas*, 2017;16:15–29
- Vega, R, R, G., Alvarado, J, W, V., & Ruiz, C, E, Q, (2020), Influencia de la temperatura de tostado en la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51 aprovechado para elaborar filtrante: Influence of toasting temperature in the antioxidant capacity of cocoa husk (*Theobroma cacao* L.) clone CCN-51 used to elaborate filter, *Investigación Universitaria UNU*, 10(1), 294-308,

- Vega González, R, J., Castro Salinas, D., Pajuelo Risco, F, M., Honorio Javes, C, E., & Hernandez Valdez, J, E, (2024), Subproductos de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación animal:¿ Una alternativa viable y sostenible?, *Manglar*, 21(1), 127-134,
- Villamizar-Jaimes, A,R, &López-Giraldo, L,J, (2017), Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción, *Revista Respuestas*, 22 (1), 75-83, Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/821/1677>
- Zambrano-Mite, L, F,, Villasana, Y,, Bejarano, M, L,, Luciani, C,, Niebieskikwiat, D,, Álvarez, W,, ,, & Orejuela-Escobar, L, M, (2023), Optimization of microfibrillated cellulose isolation from cocoa pod husk via mild oxalic acid hydrolysis: A response surface methodology approach, *Helicon*, 9(6),
- Zapata, K,, Cortes, F, B,, & Rojano, B, A, (2013), Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*), *Información tecnológica*, 24(5), 103-112,
- Fontana, U, (2020), Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata),

ANEXOS

Anexo 1. Escala hedónica en el análisis de aceptabilidad

Escala de estabilidad	
Me disgusta mucho	1
Me disgusta un poco	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me gusta poco	4
Me gusta mucho	5

Anexo 2. Hoja de aceptabilidad

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
CARRERA DE ALIMENTOS
PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

Edad: _____ Género: _____

Instrucciones:

1. Frente a usted se encuentran 5 formulaciones de una pre-mezcla para repostería, observar y probar cada una de ellas de izquierda a derecha.
2. Pruebe la muestra y dependiendo del nivel de agrado coloque su puntaje en la tabla para cada formulación.

Nota: Recuerde tomar agua después de degustar cada formulación.

Puntaje	1	2	3	4	5
Nivel de agrado	Me disgusta mucho	Me disgusta un poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Formulación	1	2	3	4	5
146					
166					
176					
156					
196					

Anexo 3. Análisis de la calidad química del producto final

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina seca para repostería		
Lote:	---	Contenido declarado:	100 g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2024/07/25	Hora de recepción:	10:06:26
Fecha de análisis:	2024/07/25	Fecha de emisión:	2024/07/31
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
*Fibra bruta	2.08	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría
*Cadmio	<0.05	mg/kg	MFQ-132	SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/ AAS llama aire C2H2
Ceniza	4.69	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo

Anexo 4. Análisis microbiológico del producto final

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina seca para repostería		
Lote:	---	Contenido declarado:	100 g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	-
Fecha de recepción:	2024/07/25	Hora de recepción:	10:06:25
Fecha de análisis:	2024/07/25	Fecha de emisión:	2024/07/31
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Recuento de Mohos	2.3 x 10 ²	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
Recuento de Levaduras	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm

FORMULACIÓN DE UNA MEZCLA SECA PARA REPOSTERIA A PARTIR DE PLACENTA Y CASCARILLA DE CACAO (Theobroma cacao L.).

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Exclude assignment template Activo

Excluir coincidencias < 25 words

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

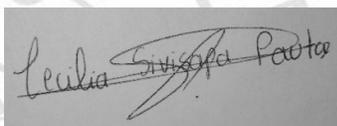
Las que suscriben, SIVISAPA PAUTA CECILIA DEL CISNE y PALADINES TORRES YULIANA YAMILETH, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Formulación de una mezcla seca para repostería a partir de placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



SIVISAPA PAUTA CECILIA DEL CISNE

0706732666



PALADINES TORRES YULIANA YAMILETH

0706694551

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, primero y principalmente, a mis padres. Ustedes son la razón de mi esfuerzo y perseverancia. Cada página de este trabajo está impregnada de su amor, sus enseñanzas y sus sacrificios. Este logro es tan suyo como mío.

A las futuras generaciones de Ingenieros en Alimentos, les dedico este trabajo con la esperanza de que encuentren inspiración y conocimientos valiosos.

Y finalmente, me lo dedico a mí misma. Me siento profundamente orgullosa de esta aportación y de la persona en la que me he convertido a lo largo de este proceso.

Que este trabajo sea un recordatorio de que con esfuerzo, dedicación y el apoyo de quienes nos rodean, podemos alcanzar nuestros sueños y contribuir significativamente a nuestra profesión y a la sociedad.

Yuliana Yamileth Paladines Torres.

DEDICATORIA

Dedico el fruto de este esfuerzo, primordialmente, a mi Señor Jesús, fuente inagotable de sabiduría, inteligencia, paciencia, disciplina y amor. Su guía divina ha sido el faro que ha iluminado mi camino en cada paso de este viaje académico.

A mis amados padres, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido el motor que me ha impulsado a perseverar. Este logro es tan suyo como mío, pues en cada página se refleja su dedicación y sacrificio.

A mi yo del pasado, por su valentía al no rendirse ante las adversidades; a mi yo del presente, por la perseverancia que ha demostrado en cada desafío; ya mi yo del futuro, como un recordatorio tangible de que los sueños se materializan con esfuerzo, dedicación y fe inquebrantable.

Extiendo esta dedicatoria a todos aquellos que creyeron en mí, que me brindaron su apoyo incondicional y aportaron, de una u otra manera, a la consecución de este logro. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo, ha sido un ladrillo en la construcción de este sueño.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los que se atreven a soñar en grande y persiguen sus metas con pasión. Que estas páginas sirven de inspiración y recordatorio de que, con determinación y fe, no existen límites para lo que podemos lograr.

Cecilia Del Cisne Sivilisapa Pauta.

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa de mi vida académica, deseo expresar mi profunda gratitud a mi tutor Joaquin Siguenza, por su invaluable guía, paciencia y conocimientos compartidos durante todo este proceso. Igualmente, agradezco al Ing. Fabian Cuenca, Ing Humberto Ayala y la Ing. Nubia Matute por sus valiosas aportaciones y críticas constructivas durante este proceso de trabajo.

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. El apoyo institucional y los recursos proporcionados han sido cruciales para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mis compañeros de la carrera, gracias por las largas horas de debate, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo. Este trabajo también refleja vuestra colaboración y amistad.

Agradezco a mis padres, a María Isabel Pauta Loarte y Eliberto Sivisapa Pucha, gracias por su amor incondicional, su paciencia infinita y su apoyo constante. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Agradezco a mi hermana Carmen Lucia Sivisapa Pauta por estar siempre dándome ese apoyo incondicional y a mis sobrinos Matías Herrera Sivisapa y Antonella Herrera Sivisapa por sus alegrías en momentos de angustia y estrés, los amo.

Agradezco a mi compañera de tesis por su apoyo y motivación, durante toda esta trayectoria de carrera que pude compartir con ella.

Agradezco a mis amigos, Paola Zhingre, Maria Romero, Joselyn Torres que en algún punto de esta trayectoria estuve a punto de rendirme, pero gracias a sus consejos firmes en momentos de duda, hoy me encuentro culminando mi carrera Univeritaria.

Agradezco a mi Señor Jesús por todas las bendiciones que me ha dado y me sigue dando durante toda mi vida.

Cecilia Del Cisne Sivisapa Pauta

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por ser mi faro en esta travesía académica, brindándome fortaleza inagotable, valentía para enfrentar los desafíos, sabiduría para tomar las decisiones correctas, paciencia en los momentos difíciles y un amor infinito que me ha sostenido en cada paso. Sin su guía, nada de esto hubiera sido posible.

A mis amados padres Jenner y Sonia, y mi querida hermana Diana, les debo una gratitud que las palabras no pueden expresar completamente. Su confianza inquebrantable y su apoyo incondicional han sido los pilares que me han permitido llegar hasta aquí. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. A mis adorables sobrinitos, María Emilia y Nicolás, gracias por ser esos rayitos de sol que iluminaron mis días más oscuros. Sus risas y alegría fueron el mejor antídoto contra el estrés y la fatiga.

A mi querido Israel, mi mejor amigo, gracias por brindarme tu optimismo y apoyo, tu amor ha sido fundamental en este logro. A mi estimado tutor, Ing. Joaquín, le agradezco profundamente su dedicación y guía. Y un agradecimiento especial a su esposa, con sus excelentes dotes de repostera. A los ingenieros Fabián, Humberto y Nubia, mi más sincero agradecimiento por sus valiosas aportaciones y perspectivas que enriquecieron enormemente nuestro trabajo. Al cuerpo docente de la carrera de Alimentos, gracias por su dedicación y por compartir sus conocimientos con pasión.

A mis amigos de carrera, gracias por el apoyo mutuo, las risas compartidas y los momentos de estudio conjunto, agradecimiento especial para mi compañera de tesis y gran amiga Chechii... ¡Lo hemos logrado! Además gracias a mi mejor amiga de casi toda la vida Ariana, por sus palabras de aliento y su apoyo cuando más lo necesitaba. Y por último, pero no menos importante; gracias a Taylor Swift por ser mi soundtrack de vida, por siempre inspirarme a renacer como el ave fénix, gracias motheer.

Yuliana Yamileth Paladines Torres.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar una mezcla seca para repostería utilizando placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) como una alternativa para diversificar productos derivados del cacao. Para lograrlo, se emplearon plátano, placenta, y cascarilla de cacao. Se evaluaron varias características fisicoquímicas y tecnológicas de estos ingredientes. En cuanto a la placenta de cacao, se determinó un contenido de sólidos solubles totales (SST) de $18 \pm 0,13$, un pH de $4,19 \pm 0,10$ y una acidez de $0,59 \pm 0,08$. El plátano mostró un contenido de SST de $5,93 \pm 0,09$, un pH de $6,4 \pm 0,10$, una acidez de $0,249 \pm 0,03$, y un índice de madurez de $24,76 \pm 0,16$. Por otro lado, la cascarilla de cacao presentó un pH de $5,42 \pm 0,00$, una acidez de $2,52 \pm 0,05$, humedad de $4,9 \pm 0,00$, y sólidos totales de $95,1 \pm 0,00$. Se utilizó un diseño de mezclas para determinar la mejor formulación, considerando como variables independientes la harina de plátano-trigo, harina de placenta y harina de cascarilla. A través de un estudio sensorial, se encontró que el 100% de las panelistas (38) aprobó el producto, resaltando su potencial como recurso valioso en la industria de alimentos. Para evaluar la calidad fisicoquímica y tecnofuncional del producto formulado, se analizaron varios parámetros: sólidos totales (93,9%), pH (5,32), acidez (1,27), humedad (6,1%), fibra bruta (2,08%), cenizas (4,69%), y presencia de cadmio inferior a 0,05 mg/kg. La evaluación de fenoles totales mediante el protocolo de Folin-Ciocalteu mostró un resultado de 1,7 g/L. Además, se midieron las propiedades tecnofuncionales, incluyendo un índice de absorción de agua de 9,52 g/g, índice de solubilidad en agua de 3,55%, poder de hinchamiento de 10,9, y capacidad de retención de agua de 7,52%. Finalmente, se evaluó la calidad microbiológica del producto en cumplimiento con la normativa. Este estudio demuestra el potencial de utilizar placenta y cascarilla de cacao como ingredientes innovadores en la formulación de productos de repostería, ofreciendo una nueva vía para la diversificación y el aprovechamiento de subproductos del cacao.

Palabras clave: Mezcla seca, subproductos del cacao, compuestos fenólicos.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a dry mix for baking using placenta and cocoa husk (*Theobroma cacao* L.) as an alternative to diversify cocoa-derived products. To achieve this, banana, placenta, and cocoa husk were used. Several physicochemical and technological characteristics of these ingredients were evaluated. Regarding cocoa placenta, a total soluble solids (TSS) content of $18 \pm 0,13$, a pH of $4,19 \pm 0,10$ and an acidity of $0,59 \pm 0,08$ were determined. Banana showed a TSS content of $5,93 \pm 0,09$, a pH of $6,4 \pm 0,10$, an acidity of $0,249 \pm 0,03$, and a maturity index of $24,76 \pm 0,16$. On the other hand, cocoa husk had a pH of $5,42 \pm 0,00$, an acidity of $2,52 \pm 0,05$, a humidity of $4,9 \pm 0,00$, and total solids of $95,1 \pm 0,00$. A mixture design was used to determine the best formulation, considering the plantain-wheat flour, placenta flour, and husk flour as independent variables. Through a sensory study, it was found that 100% of the panelists (38) approved of the product, highlighting its potential as a valuable resource in the food industry. To evaluate the physicochemical and technofunctional quality of the formulated product, several parameters were analyzed: total solids (93,9%), pH (5,32), acidity (1,27), humidity (6,1%), crude fiber (2,08%), ash (4,69%), and presence of cadmium less than 0,05 mg/kg. The evaluation of total phenols using the Folin-Ciocalteu protocol showed a result of 1,7 g/L. In addition, the techno-functional properties were measured, including a water absorption index of 9,52 g/g, water solubility index of 3,55%, swelling power of 10,9, and water retention capacity of 7,52%. Finally, the microbiological quality of the product was evaluated in compliance with the regulations. This study demonstrates the potential of using placenta and cocoa husk as innovative ingredients in the formulation of confectionery products, offering a new way for the diversification and utilization of cocoa by-products.

Keywords: Dry mix, cocoa by-products, phenolic compounds.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
HIPÓTESIS	10
Hipótesis Alternativa (Hi)	10
Hipótesis Nula (Ho)	10
1. MARCO TEÓRICO	11
1.1 Generalidades del cacao	11
1.1.1 Origen del cacao «CCN - 51»	11
1.1.2 Importancia del cacao CCN - 51 en Ecuador	11
1.1.3 Descripción botánica	11
1.1.4 La producción del cacao en Ecuador y su economía circular	13
1.2 Placenta	13
1.2.1 Valor nutricional de la placenta de cacao	13
1.2.2 Composición fisicoquímica de la placenta de cacao	14
1.2.3 Beneficios de la placenta de cacao	15

1.3 Cascarilla	16
1.3.1 Valor nutricional de la cascarilla de cacao	16
1.3.2 Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao	17
1.3.3 Beneficios de la cascarilla de cacao	18
1.4 Plátano Dominicano (<i>Musa paradisiaca</i>)	19
1.4.1 Valor nutricional	19
1.4.2 Composición proximal de las harinas de pulpa y cáscara de plátano	20
1.4.3 Beneficios	21
1.5 Compuestos Bioactivos	21
1.5.1 Polifenoles totales	22
1.5.2 Actividad antioxidante	23
1.5.3 Impacto en Enfermedades Crónicas	24
1.5.4 Ingesta Diaria Recomendada	24
1.6 Ingredientes adicionales	25
1.6.1 Almidón de maíz	25
1.6.2 Leche en polvo	25
1.6.3 Polvo de hornear	25
1.5.4 Goma Xantana	25
1.6.5 Sal	26
1.7 Mezcla seca de panadería, pastelería, galletería y repostería	26
1.7.1 Requisitos fisicoquímica	26
1.7.2 Requisitos microbiológicos	26
2. METODOLOGÍA	27
2.1 Ubicación de la Investigación	27
2.2 Materia prima	27
2.3 Preparación de la muestra	27
2.3.1 Placenta de cacao	27
2.3.2 Cascarilla de cacao	28
2.3.3 Plátano «Dominico»	28

2.3.4 <i>Harina de trigo</i>	28
2.4 Evaluación de la calidad fisicoquímica de las materias primas	29
2.4.1 <i>Determinación de pH</i>	29
2.4.2 <i>Determinación de acidez</i>	29
2.4.3 <i>Determinación de sólidos solubles (SST)</i>	29
2.4.4 <i>Determinación de humedad</i>	30
2.4.5 <i>Determinación de sólidos totales</i>	30
2.4.6 <i>Determinación de índice de madurez</i>	30
2.5 Diseño experimental de la premezcla para repostería	30
2.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca	32
2.6.1 <i>Descripción del proceso de obtención de la mezcla seca</i>	33
2.7 Formulación del muffin	35
2.8 Evaluación sensorial del muffin elaborado a partir de las mezclas secas formuladas	36
2.9 Evaluación de la calidad fisicoquímica del producto formulado	36
2.9.1 <i>Determinación de humedad</i>	36
2.9.2 <i>Determinación de cenizas y minerales</i>	36
2.9.3 <i>Determinación de fibra bruta</i>	37
2.9.4 <i>Determinación de pH</i>	37
2.9.5 <i>Determinación de sólidos totales</i>	37
2.9.6 <i>Determinación de acidez total</i>	37
2.9.7 <i>Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales por el método Folin-Ciocalteu a la formulación optimizada</i>	37
2.10 Evaluación de las características tecno-funcionales del producto formulado	38
2.10.1 <i>Determinación el índice de absorción de agua</i>	39
2.10.2 <i>Determinación el índice de solubilidad en agua</i>	39
2.10.3 <i>Poder de hinchamiento</i>	40
2.10.4 <i>Determinación la capacidad de retención de agua</i>	40
2.11 Calidad microbiológica del producto formulado	40

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.1 Análisis de la calidad fisicoquímica de las materias primas	41
3.2 Optimización de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial	43
3.2.1 Formulación optimizada de la mezcla seca para repostería	46
3.4 Análisis de la calidad fisicoquímica, tecno-funcional y microbiológica del producto final	47
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de minerales en placenta fresca y fermentada	14
Tabla 2. Composición fisicoquímica de la placenta de cacao	15
Tabla 3. Minerales en las muestras de cascarillas de cacao (mg/kg).....	17
Tabla 4. Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao.....	18
Tabla 5. Componentes nutricionales de la harina de plátano en diferentes variedades .	19
Tabla 6. Composición proximal de las harinas de pulpa (HP) y cáscara de plátano (HCP) (g/100 g)	20
Tabla 7. Compuestos fenólicos presentes en la placenta de cacao	23
Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos para mezcla seca	26
Tabla 9. Requisitos microbiológicos para mezcla seca	26
Tabla 10. Límites establecidos para el diseño de mezclas	31
Tabla 11. Diseño de mezclas para la formulación del producto	31
Tabla 12. Formulación del muffin	35
Tabla 13- Características fisicoquímicas del plátano, la placenta y cascarilla de cacao	41
Tabla 14. Resumen estadístico de los resultados de la evaluación sensorial	43
Tabla 15. Optimización de respuesta	44
Tabla 16. Formulación de la mezcla seca para repostería	46
Tabla 17. Resultados de la calidad química del producto final	47
Tabla 18. Resultados de las características tecno-funcionales del producto final	49
Tabla 19. Resultado microbiología del producto final.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del cacao	12
Figura 2. Algunos compuestos fenólicos representativos	22
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca	32
Figura 4. Gráfica de optimización de respuesta.....	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de aceptabilidad.....	36
Ecuación 2. Índice de absorción de agua	39
Ecuación 3. Índice de solubilidad en agua.....	39
Ecuación 4. Poder de hinchamiento.....	40
Ecuación 5. Capacidad de retención de agua.....	40

INTRODUCCIÓN

En el mercado global actual, los consumidores muestran una creciente preferencia por productos que no solo satisfacen sus necesidades alimenticias, sino que también están alineados con modelos de desarrollo sostenible y responsabilidad social (Sánchez et al, 2020), ofreciendo beneficios para la salud. Dentro de este contexto, el chocolate se destaca como uno de los productos de confitería más populares en el mundo (Anoraga et al, 2024), siendo su principal ingrediente el cacao (*Theobroma cacao L.*). Este cultivo es de gran importancia económica en países en desarrollo, particularmente en África Occidental, América del Sur y Asia Meridional, donde se cultivan las tres variedades de cacao más reconocidas: Criollo, Forastero y Trinitario, que en conjunto representan el 95% de la producción mundial de cacao (Rodríguez-García et al, 2018; Vega et al, 2024).

En la temporada 2022/2023, la producción global de cacao alcanzó 4953 mil toneladas, con Ecuador en 2023 como uno de los líderes mundiales en producción, con 454 mil toneladas, un crecimiento del 24,38 % frente a 2022, y situándolo en el tercer puesto global (Organización Internacional del Cacao, 2023). Aproximadamente 50 millones de personas en todo el mundo dependen de este cultivo, que genera más de USD 200 000 millones anuales; en Ecuador, alrededor de 120 mil productores de cacao, en su mayoría con fincas menores a 10 hectáreas, contribuyen a esta importante industria (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020).

La creciente producción de cacao presenta desafíos significativos, sobre todo por la gran cantidad de subproductos generados durante la extracción de los granos de cacao. Estos subproductos, que constituyen aproximadamente el 80% de la masa de la mazorca de cacao, incluyen la cáscara, la cascarilla, la placenta y el mucílago (Figuroa et al, 2020).

La gestión inadecuada de estos residuos puede llevar a problemas ambientales graves, como la proliferación de hongos patógenos, insectos y la propagación de enfermedades que afectan a las plantaciones, especialmente en aquellas de gran escala (Chamaidan, J, 2020). Se estima que el procesamiento de cacao genera anualmente aproximadamente 100 mil millones de toneladas métricas de residuos de biomasa a nivel mundial (Anoraga et al, 2024). Según Quinceno et al, (2024). la agroindustria de cacao a nivel mundial genera cerca de 700 mil toneladas de cascarilla, subproducto de los procesos de tostado para la elaboración de chocolate.

La cáscara de la vaina de cacao, junto con la cascarilla y la placenta, representan entre el 70% y el 80% del peso total de la fruta de cacao (Zambrano et al, 2023). Estos residuos, a menudo considerados desechos, son ricos en fibra dietética, compuesta principalmente por lignina, celulosa, hemicelulosa y pectina, así como en antioxidantes, tales como ácidos fenólicos y otros compuestos bioactivos (Chuez, 2022). La cascarilla de cacao, que constituye alrededor del 12% del peso de la mazorca, y la placenta, un tejido fibroso que rodea las semillas y representa el 5% del peso de la mazorca (Chamaidan, 2020), son accesibles y de adquisición rentable, lo que las hace atractivas para el sector industrial.

Estudios recientes han revelado que los subproductos del cacao, como la placenta y la cascarilla, son ricos en compuestos bioactivos y fibra dietética, Soares & Oliveira (2022) reportan una concentración de fibra entre 18% y 60%, además de la presencia de polifenoles, flavonoides, carotenoides y antocianinas. Estos fitoquímicos no solo poseen propiedades antioxidantes, sino que también ofrecen beneficios antiinflamatorios y anticancerígenos, con potencial positivo para la salud cardiovascular y el control de la diabetes (Chumaña, 2022). Montoya (2023) destaca la importancia de estos antioxidantes naturales en la neutralización de radicales libres y la reducción del estrés oxidativo, factores asociados al envejecimiento prematuro y al desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas. Además, las propiedades antiinflamatorias de estos compuestos podrían ser beneficiosas en el manejo de afecciones como la artritis, enfermedades autoinmunes y trastornos inflamatorios intestinales (Coronel, 2021; Ocampo et al, 2021).

El plátano macho (*Musa paradisiaca*), conocido como «banana de cocción», es un alimento esencial en la dieta ecuatoriana. Ecuador, como productor de frutas tropicales, aprovecha sus condiciones agrícolas favorables para cultivar y exportar grandes volúmenes de plátano, principalmente a la Unión Europea y Estados Unidos. Este producto tiene un alto potencial para la transformación industrial, lo que podría incrementar su valor en el mercado global (Paz & Pesantez, 2013; Sepúlveda et al., 2017).

La fortificación de alimentos con nutrientes específicos como fibra y polifenoles se presenta como una estrategia importante para abordar las deficiencias dietéticas y mejorar el perfil nutricional de productos procesados (Rojo-Poveda et al, 2020). El estudio se centra en formular una mezcla seca para repostería a partir de la cáscara y placenta de cacao, para maximizar las propiedades beneficiosas de estos subproductos y satisfacer la demanda de consumidores preocupados por su salud. Este enfoque no solo tiene el potencial de mejorar la salud y el bienestar de los consumidores, sino también de contribuir a la evolución de la industria alimentaria hacia productos más saludables y sostenibles (Quinceno et al., 2024).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el consumo de productos de repostería con bajo valor nutricional y alto contenido de azúcares simples preocupa cada vez a la salud pública (Herrera, 2020). La Organización Mundial de la Salud ha enfatizado la importancia de una dieta equilibrada para prevenir enfermedades crónicas, incluyendo el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, como la ingesta diaria mínima de 400 g de frutas y verduras (Organización Mundial de la Salud, 2018). Los polifenoles, compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, juegan un papel crucial en la protección del organismo contra los radicales libres y la reducción del riesgo de diversas enfermedades. Según Huertas et al, (2022), la ingesta diaria recomendada de polifenoles oscila entre 50 y 800 mg, mientras que Valencia et al, (2017) sugieren hasta 1 g al día, Sin embargo, muchos productos de repostería carecen de estos compuestos beneficiosos (Valencia et al, 2017; Huertas et al, 2022).

Además, la industria del cacao genera subproductos como la placenta y la cascarilla, que a menudo se desechan a pesar de su potencial nutricional (Chumaña, 2022). Estos componentes son ricos en polifenoles y fibra, pero su aprovechamiento en la industria alimentaria es limitado (Soares & Oliveira, 2022).

La formulación de una mezcla seca para repostería a partir de placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L) representa una oportunidad para abordar múltiples desafíos, Esta innovación no solo ofrece una alternativa más saludable a las mezclas convencionales, sino que también contribuye a la utilización sostenible de subproductos del cacao, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figuroa et al, 2020; Guirlanda et al, 2021).

A diferencia de otras mezclas secas para repostería que típicamente contienen principalmente azúcares y carecen de componentes funcionales, esta formulación proporciona fibra y polifenoles, ofreciendo beneficios para la salud más allá del mero aporte calórico. Responde a la creciente demanda de los consumidores por opciones de alimentos saludables, además de promover la economía circular y reducir el despilfarro en la producción de cacao, volviéndose una importante oportunidad de comercialización e innovación; formular una mezcla seca para repostería con subproductos del cacao, con características nutricionales, comerciales y económicas.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación proporcionará una alternativa innovadora y saludable en el campo de la repostería, aprovechando subproductos del cacao como la placenta y la cascarilla, que generalmente son descartados. Esta mezcla seca para repostería no solo ofrece una solución sostenible al utilizar estos componentes, sino que también aporta beneficios nutricionales significativos.

Los polifenoles presentes en la placenta del cacao, junto con la fibra de la cascarilla, convierten este producto en una opción nutritiva y funcional, Considerando que según Huerta et al, (2022). una ingesta diaria de 50 a 800 mg de polifenoles es beneficiosa para la salud, esta mezcla se posiciona como una excelente fuente de estos compuestos antioxidantes. Además, el alto contenido de fibra proporcionado por la cascarilla contribuye a una dieta equilibrada.

La incorporación de harina de plátano enriquece aún más el perfil nutricional del producto, ofreciendo una alternativa versátil para la elaboración de diversos productos de repostería. Esta formulación no solo representa una opción más saludable para los consumidores, sino que también promueve la utilización integral del cacao (*Theobroma cacao L*), contribuyendo a la reducción de desperdicios en la industria cacaotera y fomentando prácticas más sostenibles en la producción de alimentos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Formular una mezcla seca para repostería a partir de placenta y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L*) como alternativa en la diversificación de productos derivados del cacao.

Objetivos específicos

- Analizar la calidad fisicoquímica de las materias primas mediante la comparación bibliográfica de los valores de pH, acidez, índice de madurez, sólidos solubles, humedad y materia seca.
- Formular una mezcla seca para repostería empleando un diseño de mezcla que nos permita obtener la mejor formulación, previa evaluación sensorial.
- Evaluar las características tecno-funcionales, la calidad fisicoquímica y microbiológica de la mezcla seca optimizada.

HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa (Hi)

Al menos una de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

Hipótesis Nula (Ho)

Ninguna de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del cacao

1.1.1 Origen del cacao «CCN - 51»

La industria del cacao de diversos países de América del Sur y el Caribe se ha visto afectada desde hace muchos años de manera directa y severa por el hongo “escoba de bruja” proveniente de la cuenca del Amazonas (Nieto, 2023), ante dicha situación el ciudadano ecuatoriano Homero Castro, oriundo de Ambato, decide emprender desde 1952 una ardua investigación sobre el cacao, logrando para el año 195 clonar el conocido CCN-51, producto que en 2005 fue reconocido como producto de alta calidad (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador, 2023).

1.1.2 Importancia del cacao CCN - 51 en Ecuador

El cacao es un producto primo más demandado en el mercado mundial, por lo que los países exportadores de dicho insumo se benefician económicamente y obtienen un realce y reconocimiento internacional, lo que favorece a otras áreas de desarrollo como el turismo (Cedeño y Dilas-Jiménez, 2022).

En Ecuador, es uno de los países exportadores de cacao, el CNN-51 es uno de los tipos más solicitados y vendidos, ya que su aroma y sabor lo ha posicionado como producto de calidad, contribuyendo directamente al desarrollo local y nacional, y para potenciarlo, es necesario implementar medidas que garanticen una mejor producción de los diversos tipos de cacao (Solórzano y Balseca, 2017).

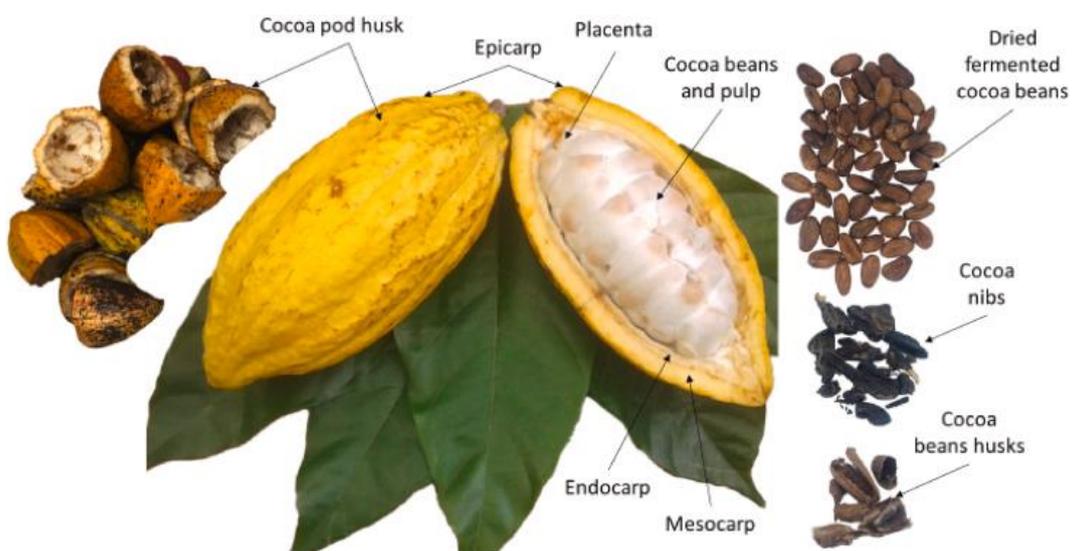
1.1.3 Descripción botánica

Este tipo de cacao se adapta al piso climático del país, resiste a hongos como “escoba de bruja” y “mal de machete” y es de desarrollo rápido por lo que puede ser cosechado varias veces en un mismo año (Nieto, 2023). Por otra parte, Elizalde et al, (2023) resaltan que la morfología del producto se caracteriza por seis elementos: (1) raíz, existen dos tipos, las primeras tienden a crecer hacia abajo entre 120 a 150 cm (principal o pivotante) y a 30 cm de profundidad (sostenimiento), en ambas se presentan raíces hacia los datos de 25

cm aproximadamente (secundarias); (2) tronco, generalmente es recto y llega a medir entre 0,8 a 1,5 m, pero puede variar según las condiciones en las que se desarrolle; (3) hojas, alargadas, con volumen medio, colores verdosos, morados, rojizos y/o marrones, su tamaño depende de la exposición a la luz.

En cuanto a las (4) flores, a partir de ellas nacen las mazorcas, usualmente se ubican en donde estaban las hojas; (5) fruto, también conocido como mazorcas, son de color morado con diez surcos, con un peso de 20 a 50 gramos, y de forma ovalada, aunque pueden llegar a ser redondos; y (6) semilla, tamaño, forma y color variable, en este último puede ir desde blanco a morado (Elizalde et al, 2023).

Figura 1. Partes del cacao



Fuente: (Ouattara et al, 2021).

1.1.4 La producción del cacao en Ecuador y su economía circular

Alrededor del 68% del cacao es producido en África, el 15% en América Central y del Sur, en este último se encuentra Ecuador, el cuál exporta principalmente cacao CNN5 ya sea de forma prima o elaborado, lo que produce beneficios a nivel nacional (Elizalde et al, 2023). En la temporada 2022/2023, la producción global de cacao alcanzó 4953 mil toneladas, con Ecuador en 2023 como uno de los líderes mundiales en producción, con 454 mil toneladas, un crecimiento del 24,38 % frente a 2022, y situándolo en el tercer puesto global (Organización Internacional del Cacao, 2023).

1.2 Placenta

Es el eje central o columna interna de la mazorca a la que se unen los granos o semillas del cacao y su función primordial es proveer de nutrientes a los granos durante su desarrollo (Chamaidan, 2020). Representa cerca del 5% del peso total de la mazorca, posee potencial para derivar productos de valor agregado por su composición de compuestos orgánicos, fitoquímicos y elementos inorgánicos, pese a eso, suele ser desechada en el proceso de beneficio del cacao (Chuez, 2022).

1.2.1 Valor nutricional de la placenta de cacao

La placenta de cacao en estado fresco y fermentado podría ser una excelente fuente de minerales, ya que presenta un alto contenido de cenizas de 9,34% y 10,37% respectivamente, Goude et al, (2019) indican que los principales minerales son potasio, fósforo, magnesio y calcio, en los de traza hay zinc, cobre, hierro y sodio, cuyos elementos aumentan tras la fermentación, excepto el sodio que no se produce cambios y el hierro que disminuye (Ver tabla 1).

Tabla 1. Contenido de minerales en placenta fresca y fermentada

Contenido de minerales	PLACENTA DE CACAO	
	Fresca (g/100 g)	Fermentada (g/100 g)
Mg	128,89 ± 0,99 ^a	212,58 ± 1,03 ^b
K	195,52 ± 0,71 ^a	3405,51 ± 2,21 ^b
P	154,11 ± 2,85 ^a	173,18 ± 0,65 ^b
Ca	92,47 ± 1,42 ^a	122,37 ± 0,81 ^b
Na	9,34 ± 0,71 ^a	9,33 ± 0,81 ^a
Zn	1,87 ± 0,27 ^a	21,78 ± 1,08 ^b
Cu	3,74 ± 0,45 ^a	6,22 ± 0,32 ^b
Mn	0,93 ± 0,18 ^a	UD
Fe	2,80 ± 0,27 ^b	1,04 ± 0,50 ^a

Fuente: (Goude et al, 2019).

1.2.2 Composición fisicoquímica de la placenta de cacao

La placenta de cacao tanto en estado fresco como fermentado se caracteriza por su alto contenido de humedad que oscila entre 80-89%, así mismo presenta un pH ácido aproximadamente de 4,7 en fresco y 3,66 después de la fermentación, lo cual se atribuye principalmente a la presencia de ácidos orgánicos tales como el cítrico y el acético (Goude et al., 2019), En relación con la composición de carbohidratos, los mismos autores resaltan que la placenta fresca contiene niveles elevados de azúcares totales (13,27 %) y azúcares reductores (8,68 %), pero estos niveles disminuyen considerablemente tras la fermentación por el consumo de azúcares de las bacterias y levaduras presentes; no obstante, este subproducto del cacao destaca por su riqueza en fibra, con un contenido que oscila entre 30-43%, convirtiéndola así en una fuente potencial para cubrir las necesidades diarias recomendadas. En relación con los macronutrientes, la placenta de cacao se caracteriza por su bajo contenido de lípidos, con 0,46% en fresco y 1,73%

después de la fermentación, y un contenido moderado de proteínas, con 5,12% en fresco y 8,4% en fermentado (Goude et al, 2019).

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la placenta de cacao

Parámetros	PLACENTA DE CACAO	
	Fresca	Fermentada
Humedad	80,55 ± 0,2 ^a	88,89 ± 1,9 ^b
pH	4,7 ± 1,24 ^b	3,66 ± 0,26 ^a
Azúcares totales	13,27±1,24 ^b	6,71 ± 0,115 ^a
Azúcares reductores	8,68 ± 0,07 ^b	4,92± 0,02 ^a
Fibra	30,66 ± 3,40 ^a	42,66 ± 2,05 ^b
Lípidos	0,46 ± 0,09 ^a	1,73 ± 0,19 ^b
Proteínas	5,12 ± 0,02 ^a	8,4 ± 0,13 ^b
Cenizas	9,34 ± 0,89 ^a	10,37 ± 0,54 ^b

Fuente: (Goude et al., 2019),

1.2.3 Beneficios de la placenta de cacao

La placenta de cacao es rica en fibra dietética, lo que aporta múltiples beneficios para la salud digestiva y cardiovascular, de modo que una adecuada ingesta previene problemas como el estreñimiento, la apendicitis, cáncer de colon, de igual modo, contribuye a la regulación de los niveles de colesterol y glucosa en sangre, reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas como diabetes y enfermedades cardiovasculares (Goude et al., 2019).

Gracias a su riqueza en minerales esenciales como potasio, magnesio, calcio y fósforo, el consumo regular de placenta de cacao podría ayudar a cubrir los requerimientos diarios de estos nutrientes, lo cual es clave para el adecuado funcionamiento del organismo, puesto que el potasio y el magnesio son necesarios para mantener el equilibrio celular y

la transmisión nerviosa, mientras que el calcio y el fósforo son fundamentales para la formación y mantenimiento de huesos y dientes (Burillard et al., 2016).

Goude et al, (2019) añaden que también es una buena fuente de minerales traza como el hierro, el zinc y el cobre, su consumo podría prevenir la deficiencia de estos micronutrientes y sus consecuencias adversas, en el caso del hierro que es esencial para la formación de hemoglobina y prevenir la anemia, mientras que el zinc y el cobre participan en reacciones metabólicas clave para el crecimiento y desarrollo adecuados, además, se ha sugerido que el alto contenido de potasio en la placenta de cacao podría aumentar la absorción de hierro en el organismo y contribuir al control de la hipertensión arterial.

1.3 Cascarilla

El grano de cacao está recubierto por una capa a la que ha sido asignado el nombre de “cascarilla”, este material se obtiene mediante el proceso del descascarillado o remoción de la cáscara de la semilla, se la conoce por tener textura seca, crujiente, de color marrón, representar cerca del 12% del peso de la semilla, así como poseer un alto contenido de fibra dietética que supera el 60% de su composición total (El Salous y Pascual, 2018).

1.3.1 Valor nutricional de la cascarilla de cacao

Los lotes procesados en la empresa estaban compuestos por mezclas de semillas de cacao criollo y forastero, Fueron recolectadas un total de 5 muestras, 3 de ellas provenían de Barlovento (Estado Miranda), identificadas como I, III y IV, mientras que la II y V provenían de Yaguaraparo (Estado Sucre), En la Tabla 2 se muestran los resultados del contenido de minerales en la cascarilla de cacao, En general, el contenido de los minerales analizados es bajo, destaca el alto contenido de potasio en todas las muestras analizadas, siendo las provenientes de Barlovento más ricas en potasio que las de Yaguaraparo, También resalta el bajo contenido de hierro e incluso a nivel no detectable en las muestras II y V, ambas provenientes del estado Sucre, No se observaron la presencia de zinc (Sangronis et al., 2014).

Tabla 3. Minerales en las muestras de cascarillas de cacao (mg/kg)

Mineral	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Ca	40,13±	25,40 ±	35,12 ±	36,34 ± 8,70 ^{ab}	28,48 ±
	8,34 ^a	5,38 ^c	7,18 ^{abc}		5,88 ^{bc}
Mg	20,45±	28,52 ±	21,32 ± 4,89 ^a	20,10 ± 5,02 ^a	27,67 ± 5,72 ^a
	5,12 ^a	4,90 ^a			
Zn	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0,76 ± 0,06 ^a	0,60± 0,04 ^{bc}	0,77 ± 0,08 ^a	0,70 ± 0,06 ^{ab}	0,56 ± 0,04 ^c
Mn	0,80 ± 0,24 ^a	0,71 ± 0,32 ^b	0,82 ± 0,41 ^a	0,81 ± 0,47 ^a	0,79 ± 0,25 ^a
Fe	0,14 ± 0,01 ^a	ND	0,17 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	ND
Na	25,31 ±	35,36 ±	25,45 ± 4,03 ^c	27,56 ±	37,34 ± 5,09 ^a
	4,22 ^c	6,87 ^{ab}		0,5,74 ^{bc}	
K	810,76 ±	709,36 ±	780,65 ±	803,87 ±	700,9 ±
	58,98 ^c	49,08 ^{bc}	50,25 ^{abc}	57,90 ^{ab}	45,95 ^a

Fuente: (Sangronis et al., 2014)

1.3.2 Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Soares y Oliveira (2022) en su estudio observaron algunas características físicas y químicas de la cascarilla del cacao, entre ellas que presenta una gravedad específica de 0,9034 a 40 °C, indicando una densidad similar al agua, punto de fusión de 31 °C (relativamente bajo), alto valor de acidez (9,12% expresado como ácido oleico), lo que sugiere una mayor degradación de los lípidos que puede afectar su calidad y estabilidad, además, exhiben un índice de saponificación elevado (205,708), que se han relacionado con la presencia de ácidos grasos de cadena más corta, y el índice de yodo de 38,73 refleja un mayor grado de insaturación (Ver tabla 4).

Tabla 4. Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Characteristics	Cocoa Bean Shell
Specific gravity at 40 °C	0,9034
Melting point (°C)	31,00
Acid value (expressed as oleic acid %)	9,12
Saponification index	205,708
Iodine index	38,73

Fuente: (Soares y Oliveira., 2022)

1.3.3 Beneficios de la cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao es un subproducto que posee propiedades benéficas para la salud humana, tales efectos antibacterianos y antivirales, siendo efectiva contra el VIH y la influenza por sus complejos de lignina-carbohidratos, tiene propiedades cardioprotectores gracias a los flavonoles presentes actúan como antioxidantes en el plasma, de igual modo reducen la reactividad plaquetaria y tienen efectos antiinflamatorios que podrían disminuir el riesgo de arteriosclerosis o trombosis (Rojo et al., 2020).

Los polifenoles encontrados en la cascarilla de cacao también han demostrado tener efectos anticancerígenos, principalmente debido a su capacidad para reducir el estrés oxidativo excesivo, el cual está involucrado en el daño al ADN que conduce a mutaciones y al desarrollo del cáncer, también ha sido comprobado que los flavonoles del cacao actúan como agentes quimiopreventivos, lo ayuda significativamente en la prevención y/o tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 debido a que los compuestos mejoran la sensibilidad a la insulina, facilitando el transporte de glucosa a tejidos como el músculo esquelético, el hígado o el tejido adiposo, lo que da como resultado un mejor control glucémico y protección de las células β -pancreáticas (Rojo et al, 2020).

1.4 Plátano Dominicico (*Musa paradisiaca*)

La terminología “*Musa paradisiaca*” proviene de una tradición del cristianismo-islamismo, y se usa para hacer referencia a las diversas especies de plátanos, este tipo en común es originario de Asia y es cultivado en todas las regiones tropicales y América subtropical (Buenhombre, 2016; y Morales et al, 2024).

1.4.1 Valor nutricional

A continuación, en la tabla 5 son expuestos los componentes nutricionales de la harina de plátano:

Tabla 5. Componentes nutricionales de la harina de plátano en diferentes variedades

Componentes	CANTIDADES		
	Maqueño	Barraganete	Dominico
Proteína (g)	1,20	1,00	1,30
Grasa total (g)	0,30	0,20	0,30
Glúcidos (g)	33,20	42,10	42,30
Fibra (g)	0,40	0,40	0,40
Calcio (g)	6,00	4,00	7,00
Hierro(g)	0,70	1,00	0,60
Vitamina A (mg)	0,00	126,66	0,00
Vitamina C (mg)	23,00	26,00	25,00
Vitamina E (mg)	0,00	0,00	0,00
Folato (mg)	0,00	0,00	0,00
Agua (g)	51,15	581,18	48,08
Fuente: (Guevara, 2020)			

1.4.2 Composición proximal de las harinas de pulpa y cáscara de plátano

Tabla 6. Composición proximal de las harinas de pulpa (HP) y cáscara de plátano (HCP) (g/100 g)

	HP	HCP
Humedad	8,81 ± 0,14 a	5,42 ± 0,23 a
Proteína	3,85 ± 0,13b	8,26 ± 0,25 a
Grasa	0,42 ± 0,08 b	5,04 ± 0,25 a
Ceniza	3,06 ± 0,18 b	9,89 ± 0,46 a
Fibra cruda	2,54 ± 0,35 b	10,08 ± 0,43 a
Carbohidratos	81,32 ± 1,31 a	58,31 ± 1,29 b

Fuente: (Ponce, 2018)

En la tabla 6 se observa que la harina de cáscara de plátano tiene mayor contenido de proteína, grasa, ceniza y fibra (8,26, 5,04, 9,89 y 10,08 g/100 g), que la harina de la pulpa del plátano (3,85, 0,42, 3,06 y 2,54 g/100 g, respectivamente; esta última utilizada comúnmente para el consumo humano directo o mediante su transformación en derivados, También se evidencian diferencias significativas ($P < 0,05$) en la concentración de nutrientes, siendo mayor en la harina de cáscara de plátano, por lo que, debe ser aprovechado mediante un adecuado proceso y aplicación en alimentos procesados; en cuanto a la humedad, no existe diferencia significativa ($P > 0,05$), entre la harina de plátano (8,81 %) y la harina de cáscara de plátano (8,42 %), esto debido a que las dos harinas fueron sometidas a similares operaciones de secado, molienda y envasado,

Por otra parte, existe diferencia notable ($P < 0,05$) en el contenido de carbohidratos entre la harina de pulpa de plátano (81,32 %) y la harina de cáscara (58,31 %), debido a que cáscara al ser cobertura externa que protege a la fruta de agentes extraños presenta más fibra y menos carbohidratos, mientras que la pulpa al ser una reserva alimenticia contiene

más carbohidratos, Estos resultados demuestran que la cáscara de plátano es una buena fuente de proteína, grasa, ceniza y fibra, que puede ser aprovechada en la elaboración de diversos productos alimenticios para consumo humano.

1.4.3 Beneficios

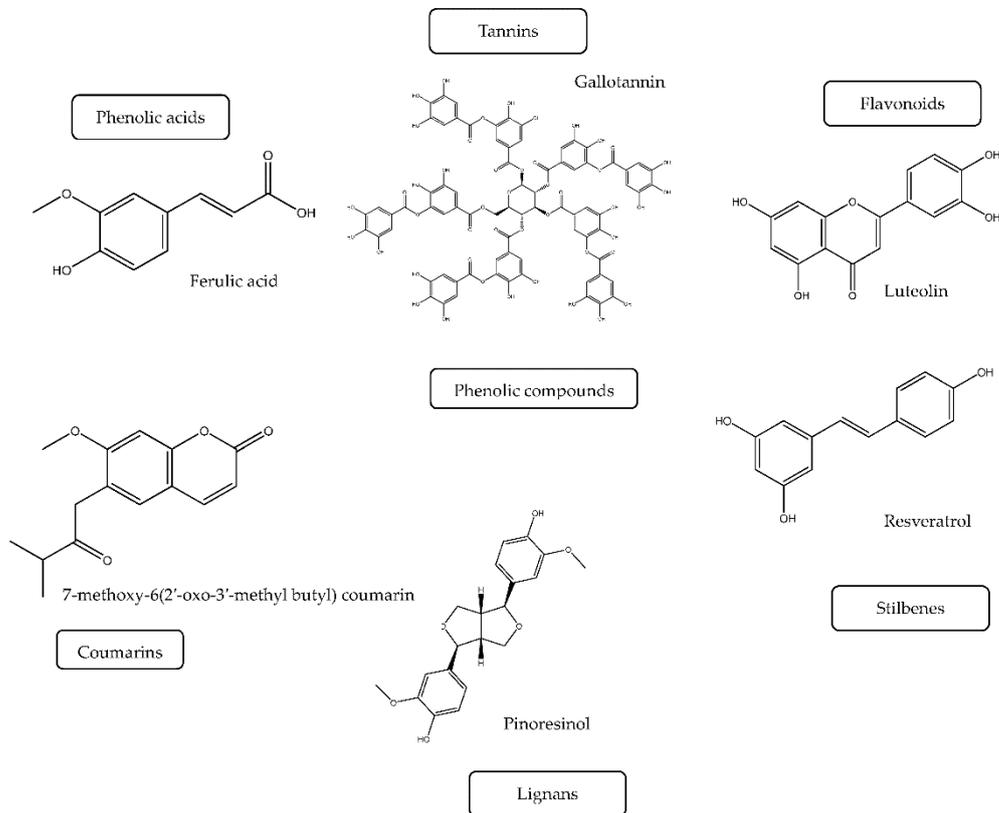
Blasco y Gómez (2014) afirman que algunas uno de los cultivos más comunes en todos los países tropicales es el banano, pero de todos los tipos existentes, el plátano es el único que consume el ser humano, especialmente la pulpa, aquello tiene propiedades astringentes, antifúngicas y antibióticas, sirve como fuente de potasio, vitaminas y almidón, además, ayuda al organismo a retener algunos componentes como calcio, nitrógeno y fósforo (Ponce, 2018),

Estudios recientes como los de Ponce (2018) resaltan que la parte no utilizada del plátano (cáscara) contienen compuestos antioxidantes que pueden combatir las enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer, sin embargo, a nivel ambiental, una cantidad excesiva puede llegar a causar problemas microbianos.

1.5 Compuestos Bioactivos

Las sustancias bioactivas son compuestos químicos presentes de forma natural o añadidos sintéticamente en cantidades mínimas en los alimentos, que actúan como fuentes nutritivas esenciales y no esenciales, ejerciendo efectos beneficiosos en la salud humana (Chuez, 2022). Estos compuestos desempeñan un rol positivo en las funciones corporales, contribuyendo a la mejora del bienestar y la prevención de enfermedades debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y a su capacidad para mitigar la actividad degenerativa de ciertas patologías, además dentro de este grupo de sustancias se encuentran los polifenoles, flavonoides, carotenoides, antocianinas y vitaminas C y E (Chumaña, 2022). En el caso específico de los granos de cacao, los compuestos bioactivos presentes de forma intrínseca o incorporados artificialmente son los responsables de aportar los sabores característicos dulces, amargos, ácidos y astringentes (Chuez, 2022).

Figura 2. Algunos compuestos fenólicos representativos



Fuente: (Mihaylova et al., 2024)

1.5.1 Polifenoles totales

Los polifenoles son metabolitos secundarios vegetales caracterizados por anillos fenólicos en su estructura molecular, estos cumplen funciones clave como mecanismos de defensa ante factores estresantes, regulación enzimática y estimulación celular en las plantas, gracias a sus propiedades antioxidantes (Chumaña, 2022), Además de su papel antioxidante, los polifenoles están asociados al color, sabor (incluyendo el amargor característico del chocolate), astringencia, dureza y atributos nutritivos de los alimentos vegetales, debido a la reactividad del grupo fenol (Coronel, 2021) (Ver tabla 7).

Tabla 7. Compuestos fenólicos presentes en la placenta de cacao

RT	Muestras			
	Phenolic compounds	Concentration (mg/kg) \pm SD		
		Forastero	Criollo	National
3,64	Galic acid	8,0 \pm 3,4 ^a	2,6 \pm 0,9 ^c	2,6 \pm 0,9 ^c
12,39	Catechin	5,9 \pm 1,2 ^b	12,4 \pm 4,2 ^a	3,9 \pm 1,4 ^c
14,96	Chlorogenic acid	2,7 \pm 0,3 ^c	7,0 \pm 2,2 ^b	18,4 \pm 6,3 ^a
18,10	Caffeic acid	7,3 \pm 2,1 ^b	13,7 \pm 4,1 ^a	11,2 \pm 2,9 ^a
22,76	Epicatechin	5,5 \pm 0,9 ^c	17,6 \pm 2,4 ^a	9,3 \pm 1,7 ^b
27,90	Syringic acid	2,5 \pm 0,4 ^c	13,4 \pm 3,6 ^a	6,2 \pm 1,7 ^b
32,85	P-coumaric acid	7,3 \pm 2,5 ^D	10,1 \pm 2,8 ^a	8,6 \pm 0,9 ^D
39,11	Quercetin-3-glucoside	2,2 \pm 0,6 ^u	10,0 \pm 1,4 ^a	1,5 \pm 0,8
34,78	Theobromine	6,5 \pm 1,5 ^b	16,8 \pm 4,2 ^a	2,9 \pm 0,6 ^c
42,74	Quercetin hexoside	8,7 \pm 3,4 ^b	11,6 \pm 4,5 ^a	6,5 \pm 1,2 ^c
18,54	3-caffeoylquinic acid	20,4 \pm 6,1 ^a	9,4 \pm 2,3 ^c	16,7 \pm 6,8 ^b
21,33	Di-caffeoylquinic acid	14,2 \pm 2,4 ^c	33,8 \pm 11,7 ^a	18,6 \pm 7,4 ^b
43,89	Kaempferol pentosylidihexoside	17,9 \pm 4,6 ^c	54,6 \pm 9,8 ^a	38,0 \pm 7,2 ^D
Total, phenolic compounds		109,01	212,99	146,2

Fuente: (Zoro *et al.*, 2023)

1.5.2 Actividad antioxidante

La capacidad antioxidante de los polifenoles derivada de su estructura es su cualidad más importante, Los grupos hidroxilo en los anillos fenólicos actúan como donantes de átomos de hidrógeno, reaccionando con especies reactivas de oxígeno y nitrógeno para evitar la formación de nuevas especies reactivas (Huerta *et al.*, 2022), En algunos de los

polifenoles pueden quedar metales involucrados en la generación de radicales libres, lo que reduce la oxidación de biomoléculas y la acumulación de estrés oxidativo, ayudando a controlar la inflamación y mejorar los marcadores de cáncer y enfermedades degenerativas (Huerta et al., 2022).

El cacao y sus derivados (cacao en polvo, licor de cacao, chocolate) son fuentes de polifenoles, y también de epicatequina, antocianinas, que contribuyen a sus efectos antioxidantes (Chuez, 2022), El consumo de alimentos ricos en polifenoles protege al organismo de los radicales libres, minimizando el daño celular y la probabilidad de aparición de enfermedades cardiovasculares y relacionadas al cáncer (Coronel, 2021).

1.5.3 Impacto en Enfermedades Crónicas

El estrés oxidativo y la peroxidación lipídica son responsables de muchas enfermedades crónicas, incluyendo cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y demencia, Estudios han demostrado que el consumo de alimentos con presencia de antioxidantes, principalmente polifenoles, previenen el daño oxidativo inhibiendo la generación de especies reactivas, capturando radicales libres y aumentando los niveles de antioxidantes endógenos protectores (Huerta et al, 2022).

1.5.4 Ingesta Diaria Recomendada

La ingesta diaria de polifenoles en la dieta puede variar entre 50 y 800 mg, dependiendo del consumo de alimentos que los contienen, Un nivel significativo de antioxidantes se alcanza con un consumo de unos 800 mg diarios, lo que se logra con una dieta rica en frutas y hortalizas (Huerta et al, 2022).

1.6 Ingredientes adicionales

1.6.1 *Almidón de maíz*

También conocido como “maicena” se caracteriza por ser una harina proveniente del maíz que se compone de los polímeros amilosa y amilopectina que determina los gránulos, cuyas formas pueden ser ovaladas, redondas y aplanadas en cuanto a su uso, puede darse en diversos procedimientos alimentarios e incluso transformado en productos como el jarabe para la tos (Agama-Acevedo et al., 2013; Martínez, 2013).

1.6.2 *Leche en polvo*

Es un producto en polvo de color blanco-amarillento, no contiene grumos, ni conservantes ni antioxidantes, posee las mismas propiedades que la leche normal, generalmente es obtenido a través de un proceso de deshidratación de leche pasteurizada, y puede ser de tipo entera, semidescremada o descremada, todas ellas pueden ser consumida de manera directa, aunque su uso en sí que se le quiere otorgar depende exclusivamente del individuo (Bocci et al., 2013).

1.6.3 *Polvo de hornear*

Es resultado de la mezcla de elementos ácidos y bicarbonato de sodio (con o sin almidón), y su función radica en producir elevación a la masa, puede darse inmediatamente con unos 20 minutos o cuando la mezcla entra en contacto con calor, por eso se usa con frecuencia en creaciones de repostería (Cornejo, 2014).

1.5.4 *Goma Xantana*

Biopolímero de color crema que ofrece una propiedad viscosa, por ello se utiliza como estabilizador y protector tanto en alimentos como en insumos de cosmética, agrícolas y médicos (Brandão et al., 2008).

1.6.5 Sal

También llamados alginato, se extraen principalmente de las algas marinas mediante un proceso químico, cuyo producto no es un alimento en sí, sino un complemento en la alimentación, y su uso adecuado puede obtenerse beneficios en el organismo como bajos niveles de azúcar en la sangre, y en los alimentos, ayuda a la conversación (Avendaño-Romero, 2013).

1.7 Mezcla seca de panadería, pastelería, galletería y repostería

1.7.1 Requisitos fisicoquímica

En la tabla 8 se exponen los elementos necesarios a considerar durante el proceso de mezcla seca, según la normativa del INEN.

Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos para mezcla seca

	Unidad	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	14,5	NTE INEN-ISO 712

1.7.2 Requisitos microbiológicos

Según la normativa del INEN se creó la tabla 9 sobre los requisitos microbiológicos para mezcla seca,

Tabla 9. Requisitos microbiológicos para mezcla seca

	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1 x 10 ³	1 x 10 ⁴	NTE INEN 1529-10

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación de la Investigación

El trabajo investigativo se realizó en el Laboratorio de Bioconversión LI-BC, adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, en el kilómetro 5 1/2 vía Machala-Pasaje, provincia de El Oro, La ciudad donde está la casa de estudios está al sur de la región litoral del Ecuador, a orillas del océano Pacífico y frente al archipiélago de Jambelí, Dicha ciudad presenta una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar, 84 % de humedad relativa y un clima semiárido cálido con una temperatura media anual de 26 °C,

2.2 Materia prima

La placenta de cacao utilizada para desarrollar todo el proceso experimental del presente documento fue obtenida de la parroquia La Cuca - cantón Arenillas (El Oro - Ecuador) y proporcionada por la hacienda Torres Torres, La cascarilla de cacao se obtuvo de los procesos elaborativos de chocolate y los plátanos variedad dominico se obtuvo de los procesos elaborativos de deshidratación en el laboratorio de Bioconversión LI-BC, adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala,

La harina de trigo, almidón de maíz, sal, leche en polvo, y polvo de hornear fueron adquiridos en el mercado feria libre «Mercado Sur», La goma xantana fue comprada en el local «Productos químicos Dr, Jorge Romero»,

2.3 Preparación de la muestra

2.3.1 *Placenta de cacao*

Se inició con la recepción de las placentas de Cacao CCN-51, asegurando que no hubieran sufrido daños durante la recolección y transporte, Se determinó el peso total de la placenta recolectada, a la cual se le aplicó un tratamiento térmico para inactivar el polifenol oxidasa (PO) con el propósito de prevenir la oxidación enzimática; la placenta fue

sometida a un shock térmico mediante escaldado a una temperatura de 95-100°C durante 30 segundos (Carvajal, 2017),

2.3.2 Cascarilla de cacao

Las cascarillas de cacao se obtuvieron de granos de cacao que fueron previamente tostados a temperaturas entre 120°C y 140°C durante aproximadamente 40 minutos, Tras su recolección, se procedió a limpiar meticulosamente las cascarillas para eliminar cualquier material extraño presente, Posteriormente, se pulverizó con ayuda de un molino de tornillo helicoidal (Corona ®, Medellín, Colombia), se pasó por un tamiz de 212 µm para obtener un polvo muy fino, eliminando así cualquier residuo remanente de mayor tamaño.

2.3.3 Plátano «Dominico»

Se receptaron plátanos de variedad dominico, de índice de madurez 2 asegurando que no hubieran sufrido daños durante la recolección y transporte, Se seleccionaron aquellos de buena calidad, se sumergió y lavó con una solución de NaClO (5 ppm) durante 10 minutos, Posteriormente, se pelaron y rebanaron con un grosor de 3 mm, Se realizó una inmersión en una solución de ácido cítrico al 1% durante 10 minutos con la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático del fruto, Posteriormente, se continuó con el proceso de secado (50 °C durante 5 horas) y molienda.

2.3.4 Harina de trigo

La harina de trigo utilizada fue de origen comercial, adquirida en el mercado local, Esta harina cumplió con los estándares de calidad requeridos para los procedimientos experimentales, asegurando consistencia y confiabilidad en los resultados obtenidos.

2.4 Evaluación de la calidad fisicoquímica de las materias primas

2.4.1 Determinación de pH

Para la placenta, el valor de pH se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2 085:2005-05) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (ST5000 OHAUS, Newark, Estados Unidos),

Para el plátano, el valor de pH se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN ISO 1842) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (ST5000 OHAUS, Newark, Estados Unidos),

Para la cascarilla, el valor de pH se determinó utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments),

2.4.2 Determinación de acidez

Para la placenta, el valor de acidez se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 95:1979).

Para el plátano, el valor de acidez se determinó por método de volumetría como se especifica en AOAC 942,15.

Para la cascarilla, el valor de acidez se determinó utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.4.3 Determinación de sólidos solubles (SST)

Para la placenta, el contenido de sólidos solubles (SST) se determinó de acuerdo con la Norma Técnica (NTE INEN-ISO 2173:2013) utilizando un refractómetro (Hanna modelo HI 96801, Bogotá, Colombia),

Para el plátano, el contenido de sólidos solubles (SST) se aplicó la metodología propuesta por Rawali *et al*, (2022) utilizando un refractómetro de mano (VEE GEE Scientific, Kirkland, Washington),

2.4.4 *Determinación de humedad*

Para la cascarilla, el contenido de humedad se midió con un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México),

2.4.5 *Determinación de sólidos totales*

Para la cascarilla, el contenido de sólidos totales se midió con un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México), en donde por diferencia de la humedad se obtuvo el valor,

2.4.6 *Determinación de índice de madurez*

El índice de madurez del plátano se calculó mediante la relación de los grados brix y la acidez titulable,

2.5 *Diseño experimental de la premezcla para repostería*

Para determinar la mejor formulación se empleó un diseño de mezcla, considerando variables independientes, harina de placenta de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de cacao, Por otro lado, como variable dependiente o variable respuesta se consideró la aceptación sensorial del producto. Los datos fueron realizados mediante un software estadístico Minitab ® versión 18, considerando los límites inferiores y superiores en porcentajes para la sustitución parcial entre harina de placenta de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de cacao, véase en la tabla 10.

Tabla 10. Límites establecidos para el diseño de mezclas

Componentes	Límite inferior (%)	Límite superior (%)
Harina de placenta de cacao	47	55
Harina de plátano-trigo	35	40
Harina de cascarilla de cacao	10	13

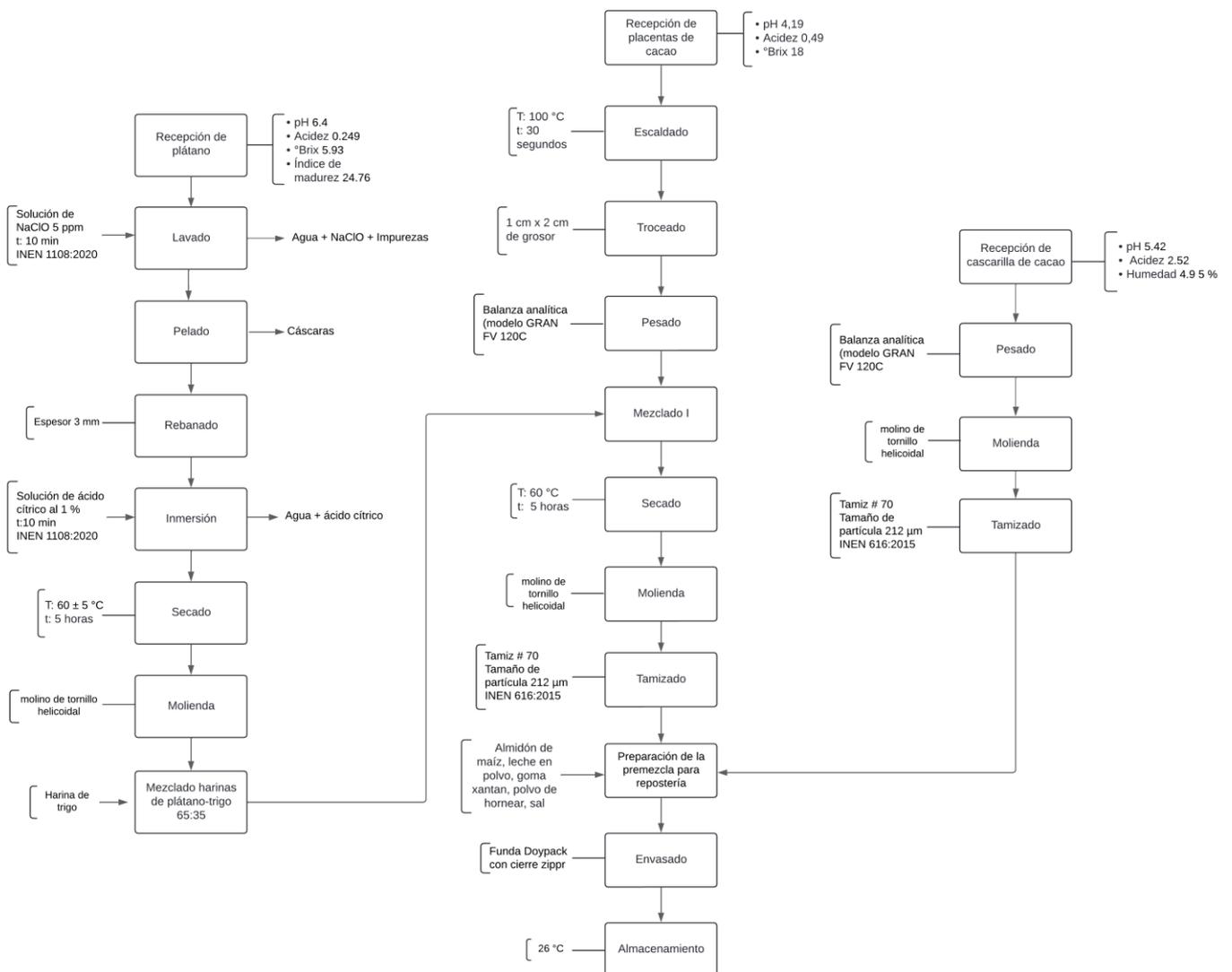
En la tabla 11 se observa los 5 tratamientos que arrojó el software estadístico Minitab ® versión 18.

Tabla 11. Diseño de mezclas para la formulación del producto

Tratamientos	Harina de placenta de cacao (%)	Harina de plátano-trigo (%)	Harina de cascarilla de cacao (%)
T1	51	37,50	11,50
T2	47	40	13
T3	55	35	10
T4	49	38,75	12,25
T5	50,5	38,75	10,75

2.6 Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la mezcla seca



2.6.1 Descripción del proceso de obtención de la mezcla seca

Harina de plátano

Recepción: Se receptaron plátanos verdes de la variedad dominico, y se realizaron controles de calidad, evaluando parámetros como pH, °Brix, acidez e índice de madurez.

Lavado: Se lavó por inmersión a los plátanos usando una solución de 5 ppm de NaClO durante 10 minutos, para eliminar cualquier impureza adherida a la cáscara. El agua utilizada para este proceso cumplió con la normativa INEN 1108:2020.

Pelado: Se procedió a separar la cáscara del fruto utilizando un cuchillo, realizando un corte transversal a lo largo del plátano para facilitar el pelado.

Rebanado: Una vez pelados, los plátanos se cortaron en rebanadas de 3 mm de espesor utilizando una rebanadora (marca Fritega SA), con el propósito de facilitar el proceso de secado.

Inmersión: Se sumergieron las rodajas de banano en una solución de ácido cítrico al 1% durante 10 minutos, con el fin de evitar el pardeamiento enzimático del fruto y así reducir la posibilidad de obtener una harina de color oscuro. El agua utilizada en este proceso también cumplió con la normativa INEN 1108:2020.

Secado: Las rodajas de banano se secaron haciendo uso de un horno deshidratador (Ecuahorno, Quito-Ecuador) a una temperatura de 60 ± 5 °C durante 5 horas. Este proceso de secado fue crucial para disminuir el contenido de humedad de la fruta y asegurar una buena ruptura durante el proceso de molienda.

Molienda: Una vez finalizado el proceso de secado, las rodajas de banano se molieron utilizando un molino (marca Corona) para reducir las a un tamaño de 212 μ m.

Mezclado harinas de plátano-trigo: La relación harina de plátano-trigo fue de 65:35, es decir 65 % de harina de plátano y 35 % de harina de trigo con una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Harina de cascarilla de cacao

Recepción: Se receptaron las cascarillas de cacao, y se realizaron controles de calidad, evaluando parámetros como pH, humedad, sólidos totales y acidez.

Pesado: La materia prima se pesó utilizando una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Molienda: Las cascarillas de cacao se molieron con un molino (Corona®, Medellín, Colombia) hasta obtener un polvo fino.

Tamizado: El polvo obtenido de las cascarillas molidas se tamizó utilizando un tamiz #70, alcanzando un tamaño de partícula de 212 µm, conforme a la norma INEN 616:2015.

Harina de placenta de cacao

Recepción: Se receptaron las placentas a las cuales se les midió pH, Brix y acidez.

Escaldado: La placenta de cacao se escaldó a 100 °C durante 30 segundos, con el propósito de prevenir la oxidación enzimática.

Troceado: La placenta de cacao se cortó en trozos más pequeños para facilitar el secado y la molienda posteriores.

Pesado: La placenta se pesó utilizando una balanza analítica (modelo GRAN FV 120C).

Mezclado I: La placenta de cacao se mezcló con la relación de harinas plátano-trigo 65:35 para facilitar la molienda, ya que los azúcares presentes en la placenta dificultan el proceso haciéndola altamente cohesiva y adherente.

Secado: La mezcla se secó en un horno (EcuHornos, Quito-Ecuador) durante 5 horas a 60 °C. Este proceso fue crucial para disminuir el contenido de humedad de la placenta y asegurar una buena ruptura durante la molienda.

Molienda: Una vez finalizado el proceso de secado, la mezcla se molió utilizando un molino (marca Corona) hasta obtener un polvo fino.

Tamizado: Los polvos obtenidos de la placenta de cacao, plátano y harina de trigo se tamizaron utilizando un tamiz #70 (tamaño de partícula 212 µm) según la norma INEN 616:2015.

Preparación de la premezcla para repostería: Se combinaron todos los ingredientes molidos y tamizados (harina de placentas y cascarilla de cacao, harina de plátano y harina de trigo), junto con almidón de maíz, leche en polvo, goma xantana, polvo de hornear y sal, para formar la mezcla seca final.

Envasado: La mezcla seca se envasó en fundas doypack con cierre zipper de 250 g.

Almacenamiento: La mezcla seca se almacenó a temperatura ambiente (26 °C) para evitar que adquiriera humedad y así preservar su calidad y vida útil.

2.7 Formulación del muffin

En la formulación del muffin se consideró la premezcla seca de harina de placentas de cacao, harina de plátano-harina de trigo y harina de cascarilla de cacao, a la misma se le añadió el resto de los ingredientes declarados en la tabla 12:

Tabla 12. Formulación del muffin

INGREDIENTES	CANTIDAD
Mezcla seca de repostería	123 g
Huevos	15 mL
Margarina (Bonella)	69 g
Leche líquida	72 mL
Azúcar	98 g

Los resultados de la evaluación sensorial sobre la impresión global en una escala hedónica de 5 puntos se evaluaron mediante el programa estadístico (Minitab ® versión 18). En este mismo programa se empleó para llevar a cabo la optimización de respuesta, estableciendo una meta máxima y objetivo de 5 en las pruebas sensoriales.

2.8 Evaluación sensorial del muffin elaborado a partir de las mezclas secas formuladas

La evaluación sensorial se ejecutó en el laboratorio de bromatología, contando con un panel semi-entrenado de 38 personas de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala. El objetivo fue determinar la preferencia sobre las formulaciones desarrolladas con una evaluación sensorial de tipo afectivo con una escala hedónica verbal de 5 puntos como herramienta (anexo 1).

El índice de aceptabilidad (IA) como reporta Arruda *et al*, (2016) se calculó empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Índice de aceptabilidad

$$AI (\%) = \frac{(100 \cdot \text{Pr o medio de las puntuaciones obtenidas para el producto})}{\text{Puntuación más alta dada al producto}}$$

2.9 Evaluación de la calidad fisicoquímica del producto formulado

2.9.1 Determinación de humedad

Se empleó un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México) para la determinación del contenido de humedad.

2.9.2 Determinación de cenizas y minerales

La determinación de ceniza y minerales se llevó a cabo en el laboratorio Multianálityca S.A., ubicado en Quito. Allí, se empleó el método de AOAC 923.03/Gravimetría, directo para cenizas y el método SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/AAS llama aire C2H2 para calcular la cantidad de cadmio presente en la mezcla seca.

2.9.3 Determinación de fibra bruta

El contenido de fibra bruta se determinó mediante el método NTE INEN 522:2013/ Gravimetría obtenido por el análisis realizado por el laboratorio Multianálityca S.A.

2.9.4 Determinación de pH

Se pesó 5 g de muestra, se colocó en un matraz y se aforó a 50 mL con agua destilada libre de CO₂. El valor de pH se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 2 085:2005-05) utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.9.5 Determinación de sólidos totales

Se empleó un analizador de humedad (Ohaus, Ciudad de México, México) para la determinación del contenido de sólidos totales mediante diferencia de la cantidad de humedad.

2.9.6 Determinación de acidez total

Se pesó 5 g de muestra, se colocó en un matraz y se aforó a 50 mL con agua destilada libre de CO₂. El valor de acidez se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 95:1979) utilizando un equipo HI 902 Potentiometric Tritator (HANNA instruments).

2.9.7 Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales por el método Folin-Ciocalteu a la formulación optimizada

Para la determinación del contenido de polifenoles totales, se utilizó la metodología propuesta por Ayala-Zavala et al. (2012) y Zapata et al. (2013).

Preparación del extracto

Para la preparación del extracto de la mezcla seca de repostería para la determinación de compuestos fenólicos se hizo una adaptación de la metodología aplicada por (CITA). La muestra evaluada en este caso fue la formulación optimizada gracias a la evaluación sensorial, la cual incluía: 50,50% de harina de placenta de cacao, 38% de harina de plátano-trigo y 11,50% de harina de cascarilla de cacao. Se pesó 20 g de muestra y se le

añadió 100 mL de agua destilada y se colocaron en una plancha con agitación (180 rpm), durante 5 min. Luego se filtró la muestra con papel filtro Whatman #1. Este extracto se usó para determinar contenido de polifenoles totales. Cabe destacar que todas las diluciones y muestras fueron sometidas a análisis por triplicado.

Preparación de reactivos:

Solución diluida de Folin-Ciocalteu's 1N: Se tomó 1 mL del reactivo Folin-Ciocalteu's 1N y se lo diluyó en 1 mL de agua destilada.

Solución de carbonato de sodio (20%): Se procedió a pesar 20 g de Na₂CO₃ anhidro y se diluyó en 100 mL de agua destilada.

Ensayo: En tubos de ensayo de unos 20 mL de capacidad, se añadieron 50 µL de la muestra a analizar junto con 3 mL de agua y 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu's 1N. Se dejó equilibrar por 8 min. Se adicionó 750 µL de Na₂CO₃ al 20% y 950 µL de agua. Se dejó incubar por 30 min a temperatura ambiente en condiciones de oscuridad y se procedió a leer la absorbancia en un espectrofotómetro UV/VIS (PG Instrument Ltd, modelo T70+ UV/VIS Spectrometer) a una longitud de onda de 765 nm.

Los resultados relativos al contenido de fenoles totales se expresaron en términos de miligramos equivalentes de ácido gálico (EAG) por gramo de muestra fresca. Para determinar la concentración de fenoles totales en la muestra, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal utilizando una curva de calibración, de la cual se obtuvo la siguiente ecuación:

Absorbancia: $0.0034 x + 0.0255$ concentración (mg/m) con un coeficiente de determinación de $(R^2) = 0.9941$

2.10 Evaluación de las características tecno-funcionales del producto formulado

Se determinaron las siguientes propiedades: índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento (PH), capacidad de retención de agua. Los métodos que se utilizaron para determinar las propiedades mencionadas fueron tomados de (Ramírez, 2020).

2.10.1 Determinación el índice de absorción de agua

Se adicionaron 0,5 g del producto a un tubo de ensayo de peso conocido. Posteriormente, se agregaron 6 mL de agua destilada a 30 °C. El tubo se incubó durante 30 minutos en un baño termostatado a 30 °C. Luego, se centrifugó a 5000 rpm durante 20 minutos. Finalmente, se retiró el sobrenadante y se pesó el gel retenido, Se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Índice de absorción de agua

$$IAA \left(\frac{g \text{ absorbido}}{g \text{ harina}} \right) = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

2.10.2 Determinación el índice de solubilidad en agua

Se tomó el sobrenadante del ensayo de IAA y se midió su volumen. Posteriormente, se filtró el líquido. Del filtrado resultante, se extrajeron 2 mL que se colocaron en una caja Petri de peso conocido. La caja Petri se secó durante 4 horas a 90°C. Una vez fría, se registró el peso de la caja Petri. Finalmente, se aplicó la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Índice de solubilidad en agua

$$ISA (\%) = \frac{\text{Peso seco sobrenadante (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \cdot 100$$

2.10.3 Poder de hinchamiento

Se pesaron el gel y el peso seco del sobrenadante obtenidos previamente. Luego, se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Poder de hinchamiento

$$PH = \frac{\text{Peso gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)} - \text{Peso seco sobrenadante (g)}}$$

2.10.4 Determinación la capacidad de retención de agua

Se pesó y dispersó 1 g de producto en 30 mL de solución de NaCl al 2%. La mezcla se agitó durante 10 minutos y luego se calentó a 85°C por 15 minutos. Posteriormente, se dejó enfriar y se centrifugó a 5000 rpm durante 15 minutos. Se eliminó el sobrenadante y se pesó el gel retenido. Finalmente, se aplicó la ecuación correspondiente.

Ecuación 5. Capacidad de retención de agua

$$CRA (\%) = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \cdot 100$$

2.11 Calidad microbiológica del producto formulado

Se realizaron análisis microbiológicos en el laboratorio Multianalítica S.A., ubicado en Quito, Ecuador para el recuento de mohos y levaduras por medio del método AOAC 997.02/Petrifilm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la calidad fisicoquímica de las materias primas

En la tabla 13, se presentan los valores obtenidos en la evaluación fisicoquímicas del plátano, la placenta y la cascarilla de cacao.

Tabla 13- Características fisicoquímicas del plátano, la placenta y cascarilla de cacao

<i>Parámetro</i>	<i>Placenta</i>	<i>Cascarilla</i>	<i>Plátano</i>
<i>Sólidos solubles •</i>	18 ± 0,13	-	5,93 ± 0,09
<i>Potencial de hidrógeno daw(pH)</i>	4,19 ± 0,10	5,42 ± 0,00	6,4 ± 0,10
<i>Acidez %</i>	0,49 ± 0,08	2,52 ± 0,05	0,249 ± 0,03
<i>Sólidos totales %</i>	-	95,1 ± 0,00	-
<i>Índice de madurez</i>	-	-	24,76 ± 0,16
<i>Humedad %</i>	-	4,9 ± 0,00	-

Los resultados obtenidos para la placenta de cacao CCN51 (Trinitario) reflejan un pH de 4.19 ± 0.10 , sólidos solubles de 18 ± 0.20 °Brix y una acidez de $0.59 \pm 0.08\%$. Resultados similares fueron reportados por Quimbita et al. (2013) para la misma variedad con un pH de 4.41 y una acidez más elevada de 0.80% y una menor concentración de sólidos solubles de 12.4. Nuestros hallazgos también difieren de los obtenidos por Goude et al. (2019) en placenta de cacao Forastero, con un pH de 4.7 ± 0.14 y sólidos solubles de 13.27 ± 1.24 °Brix, indicando un pH más bajo pero un contenido de sólidos solubles superior en nuestro caso. Comparaciones adicionales con los datos de Morejón et al. (2023) para placenta de cacao Nacional (pH 5.41, acidez 0.42%) y Jiménez & Bonilla (2012) (pH 4.41, 20 °Brix) resaltan diferencias significativas, que pueden atribuirse a la variedad, condiciones de cultivo, piso climático. El bajo pH y alto contenido de sólidos solubles de nuestra muestra podrían indicar una mayor concentración de ácidos orgánicos y azúcares, influyendo potencialmente en el perfil sensorial y en la viabilidad de uso de este subproducto.

En cuanto a la cascarilla, se observó un pH de 5.42 ± 0.00 , más alto que el rango de 4.69 a 4.91 reportado por Garay et al. (2020) para distintas temperaturas de tostado. Esto podría indicar una menor concentración de ácidos orgánicos volátiles, posiblemente por un proceso de tostado más eficiente. La composición mostró sólidos totales de $95.1 \pm 0.00\%$ y una humedad de $4.9 \pm 0.00\%$, cifras dentro del rango de 4.9% a 12.0% establecido por la EFSA (2008) y comparables con los valores obtenidos por Ramírez L (2020), quien reportó una humedad de $5.873 \pm 0.169\%$, y Villamizar & López (2017), que documentaron una humedad de 6.7% y sólidos totales del 93.3%. Las ligeras variaciones en humedad podrían deberse a diferencias en las condiciones de tostado y la humedad inicial de los granos. El elevado porcentaje de materia seca sugiere un contenido alto de componentes no volátiles, coherente con un tostado efectivo. La acidez de $2.5195 \pm 0.05\%$, medida mediante potenciómetro, supera el rango de acidez titulable de 1.1 a 1.75% indicado por Garay et al. (2020), lo que implica que ciertos ácidos no volátiles se han retenido en mayor medida a pesar del tratamiento térmico.

Por último, los análisis del plátano de variedad dominico revelaron un pH de 6.4 ± 0.00 , en línea con los valores de 5.88 ± 0.035 y 6.2 reportados por Narváez y Salazar (2022) y Cruz y Salinas (2023), respectivamente. Esto sugiere una composición estable de ácidos orgánicos. La acidez titulable de $0.249 \pm 0.03\%$ es comparable al 0.251% mencionado por Cruz y Salinas (2023), reflejando una composición ácida similar, esencial para el sabor y conservación del plátano. Según Quiceno, Giraldo y Villamizar (2014), el rango óptimo de sólidos solubles para plátano verde es de 5 a 8 °Brix; nuestro valor de 5.93 ± 0.09 °Brix se ajusta a este rango. El índice de madurez de 24.76 ± 0.16 concuerda con el valor de 23.9 reportado por Cruz y Salinas (2023), sugiriendo que los plátanos estaban en una fase óptima para su procesamiento en harina.

3.2 Optimización de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial

Se muestran los resultados de la evaluación sensorial para cada uno de los 5 tratamientos. Véase en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen estadístico de los resultados de la evaluación sensorial

Tratamientos	N° de observaciones	Puntaje mínimo	Puntaje máximo	Promedio de la escala hedónica global,	Índice de aceptabilidad (%)
T1	38	1	5	3,60	100
T2	38	1	5	3,47	96,38
T3	38	1	5	3,36	93,33
T4	38	1	5	3,39	94,16
T5	38	1	5	3,52	97,77

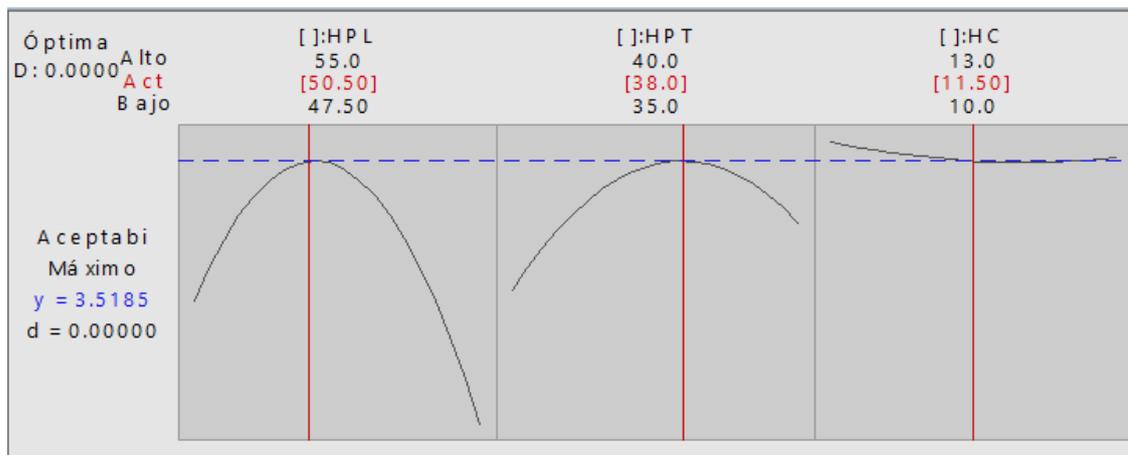
El análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial muestra una aceptación general positiva para todos los tratamientos, situándose con puntuaciones que superan consistentemente el punto medio de la escala hedónica global, Los promedios obtenidos, oscilan entre 3,36 y 3,60 reflejando una inclinación positiva de los panelistas semi-entrenados hacia las muestras evaluadas, dentro de una escala en la que el puntaje mínimo (1) representa “me disgusta mucho” y máximo (5) representa “me gusta mucho” .Estos resultados reflejan la diversidad de las preferencias individuales de los panelistas semi-entrenados. En particular, los tratamientos T1 y T5 resaltaron como preferidos, lo que sugiere que estos tratamientos lograron un mayor alineamiento con las expectativas y preferencias sensoriales de los evaluadores.

Se presenta en la tabla 15, la optimización de respuesta que buscaba maximizar la evaluación sensorial del producto con un objetivo de 5 en una escala hedónica global. Esto indica que se buscaba la mejor aceptación sensorial posible del producto.

Tabla 15. Optimización de respuesta

	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Resultado evaluación sensorial	Máximo	4	5	5

Figura 4. Gráfica de optimización de respuesta



Harina de placenta de cacao (%HPL), harina de plátano-trigo (%HPT y harina de cascarilla de cacao (%HC).

Los resultados obtenidos a partir de la gráfica de optimización revelan una nueva formulación optimizada que se acerca a los parámetros establecidos. La primera curva muestra una relación no lineal, con un punto máximo en 50.50 % de harina de placenta de cacao, indicando que este es el nivel óptimo para maximizar la respuesta sensorial. La segunda es similar a la primera curva alcanzando su valor óptimo en 38 % de la harina de plátano-trigo, en cuanto a la tercera curva su pendiente es plana en comparación con las otras dos, alcanzando su valor máximo en 11.50 % de harina de cascarilla de cacao. No obstante, aunque identificara esta mezcla óptima de ingredientes, el valor máximo aceptable de la evaluación sensorial fue de 3.5185, inferior al objetivo deseado de 5, Esto sugiere que, aunque se encontró una mezcla óptima en la formulación, aún se necesitan ajustes adicionales para alcanzar el nivel de aceptación sensorial deseado.

Por lo antes expuesto, se acepta la hipótesis alternativa, que al menos una de las formulaciones propuestas, logra obtener una mezcla seca para repostería sensorialmente aceptada frente a la sustitución parcial de la harina de trigo por distintas concentraciones de harinas de placenta, cascarilla y plátano.

3.2.1 Formulación optimizada de la mezcla seca para repostería

En la siguiente tabla se observan las cantidades de cada ingrediente de la formulación optimizada de la mezcla seca para repostería.

Tabla 16. Formulación de la mezcla seca para repostería

INGREDIENTES	CANTIDAD
Harina de placenta de cacao	180 g
Harina de plátano-trigo	135 g
Harina de cascarilla de cacao	41 g
Almidón de maíz	20 g
Leche en polvo	99 g
Goma xantana	6 g
Polvo de hornear	6 g
Sal	4 g

3.4 Análisis de la calidad fisicoquímica, tecno-funcional y microbiológica del producto final

Para determinar la calidad química del producto final se aplicaron diferentes metodologías, véase en la tabla 16.

Tabla 17. Resultados de la calidad química del producto final

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
Fenoles totales	1,7	g/L
Fibra bruta	2,08	%
Cenizas	4,69	mg/kg
Cadmio	<0,05	%
Humedad	6,1	%
Sólidos totales	93,9	%
pH	5,32	
Acidez	1,27	%

Los resultados de fenoles totales (1.7 g/L) en la mezcla seca para repostería desarrollada a partir de placenta y cascarilla de cacao son prometedores desde una perspectiva nutricional. Este valor sugiere un aporte significativo de compuestos bioactivos, considerando que la ingesta diaria recomendada de polifenoles oscila entre 50 y 800 mg, según reportado por Huerta et al. (2022). La presencia de estos compuestos en la formulación podría contribuir a alcanzar los niveles de antioxidantes asociados con beneficios para la salud, especialmente si se considera que un consumo de unos 800 mg diarios se relaciona con efectos antioxidantes significativos. Este nivel de fenoles totales en la mezcla desarrollada resalta el potencial de los subproductos del cacao como fuente valiosa de antioxidantes naturales, alineándose con las tendencias actuales de alimentos y aprovechamiento de residuos agroindustriales (Okiyama et al., 2017).

El contenido de humedad (6.1%) y sólidos totales (93.9%) demuestran una composición favorable en términos de estabilidad y calidad del producto. Estos resultados cumplen satisfactoriamente con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la Normativa INEN-ISO 712, que establece un máximo de 14.5% de humedad para este tipo de productos. El bajo contenido de humedad, significativamente inferior al límite máximo permitido, sugiere una excelente capacidad de conservación y resistencia al crecimiento microbiano. Según Fontana (2020), un contenido de humedad reducido se correlaciona con una baja actividad de agua (*aw*), factor crucial para inhibir el desarrollo de microorganismos y prolongar la vida útil del producto. Además, el alto porcentaje de sólidos totales indica una concentración elevada de componentes nutricionales y funcionales, lo cual es deseable en productos en polvo para repostería. Esta composición no solo cumple con las normativas de calidad, sino que también puede contribuir a la funcionalidad tecnológica del producto en aplicaciones de panadería y repostería, como lo señalan estudios recientes sobre el uso de subproductos de cacao en formulaciones alimentarias (Okiyama et al., 2017).

La fibra bruta (2.08%) es notablemente superior al reportado para el plátano dominico verde ($0.8389 \pm 0.0165\%$). Esta diferencia significativa sugiere que nuestra mezcla posee mayor potencial como fuente de fibra que el plátano verde, por lo que se debe a la naturaleza de los subproductos de cacao utilizados. Los subproductos del cacao, como la cascarilla, son conocidos por su alto contenido en fibra y compuestos bioactivos (Okiyama et al., 2017)

El pH (5.32) y la acidez (1.27%) pueden contribuir al sabor característico y a la conservación natural de la mezcla. El contenido de cenizas (4.69 mg/kg) sugiere la presencia de minerales, aunque se requeriría un análisis más detallado para identificarlos. Es importante destacar que el nivel de cadmio ($<0.05\%$) se encuentra por debajo de los límites permitidos, lo cual es crucial considerando las preocupaciones sobre la presencia de metales pesados en productos de cacao (Meter et al., 2019).

Para determinar las características tecno-funcionales del producto final se aplicaron las metodologías descritas en el numeral 2.10 del presente documento y los resultados: del índice de absorción de agua (IAA), del índice de solubilidad en agua (ISA), del poder de hinchamiento (PH), de la capacidad de retención de agua (CRA) se presentan a continuación en la tabla 17:

Tabla 18. Resultados de las características tecno-funcionales del producto final

Parámetro	Resultado
Índice de absorción de agua (IAA)	9,52
Índice de solubilidad en agua (ISA%)	3,55 %
Poder de hinchamiento (PH)	10,91
Capacidad de retención de agua (CRA%)	7,52 %

El IAA reportado por Ramírez (2020) para la harina de cascarilla de cacao fue de $5,8 \pm 0,1$ g/g, un valor considerablemente menor en comparación con el obtenido en la mezcla seca formulada en este estudio. Esta discrepancia puede explicarse por la inclusión de harina de plátano, cuya capacidad de absorción de agua ha sido documentada en estudios como el de Rivera (2014), que reportó valores de IAA de hasta 10,11 g/g en ciertos estados de madurez del plátano. Además, la presencia de almidón de maíz y leche en polvo en la mezcla incrementa aún más esta capacidad de absorción debido a la alta afinidad de estos componentes por el agua. Según Rodríguez (2012), en una mezcla para repostería con la sustitución parcial de trigo por harina de quinua y papa, reportó un IAA inferior de 4.48 %. Según lo señalado por Patil y Arya en 2017, existe una correlación

positiva entre el contenido proteico y la capacidad de absorción hídrica. Demostrando así que en la formulación de nuestro producto incrementa el IAA de forma significativa en comparación con otras matrices, y podría mejorar la consistencia y manejabilidad de la masa durante el mezclado.

Por otro lado, el PH también muestra una diferencia notable en comparación con los datos reportados para la harina de cascarilla de cacao pura, donde Ramírez (2020) encontró un PH de $6,4 \pm 0,2$ %. Así mismo, Rodríguez (2012) reportó un PH de 4,84% en mezcla de harinas no convencionales. En nuestro producto final, el valor observado es mayor, lo que puede atribuirse a la adición de goma xantana y polvo de hornear. Orellana&Ullauri (202) reportaron valores muy similares en una mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. Estos ingredientes son conocidos por su capacidad para retener gases y expandirse durante el horneado, lo que se traduce en un aumento en el volumen y la esponjosidad del producto final. Aguilar (2023) apoya esta observación al destacar cómo los tratamientos termo mecánicos y la composición de la mezcla pueden modificar significativamente las propiedades funcionales de las harinas. Jan et al. (2022) plantean que un PH alto se correlaciona con una retención de agua superior en los gránulos de almidón expandidos, probablemente por la cantidad de almidón presente en la harina de plátano y el almidón de maíz. Esta propiedad, según los autores, conlleva a mejores atributos organolépticos en varios alimentos procesados, específicamente en lo que respecta a la percepción sensorial en la boca.

La CRA de la mezcla desarrollada superó los valores reportados en estudios previos para harinas individuales. Ramírez (2020) reportó una CRA de $4,8 \pm 0,2$ % para la harina de cascarilla de cacao, mientras que Rivera (2014) documentó valores que oscilan entre 2,19 g/g y 7,14 g/g para harinas de plátano, dependiendo del estado de madurez. Así mismo, Castañeda et al. (2020) reporta que la goma xantan posee una gran capacidad de retención de agua a diferentes temperaturas. Orellana y Ullauri (202) reportaron valores inferiores en una mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. La mayor CRA observada en la mezcla sugiere que los componentes como la leche en polvo y la goma

xantana actúan sinérgicamente como agentes estabilizadores y humectantes, esenciales para mantener la humedad y mejorar la textura en productos horneados.

Finalmente, el ISA obtenido en la mezcla presenta valores moderados que son adecuados para aplicaciones en productos horneados. Aunque el ISA es menor que en algunas harinas puras, como la de plátano (Rivera, 2014) y harinas de quinua y papa, Rodríguez (2012) que mostró valores de hasta 11,25 g/100 g y 7,45% respectivamente, sigue siendo superior al reportado por Ramírez (2020) para la harina de cascarilla de cacao ($2,3 \pm 0,1$ %). Orellana y Ullauri (202) reportaron valores superiores para la mezcla seca a partir de harina de arroz y almidón de maíz. Por otro lado, Agama-Acevedo indicó en 2013 que los almidones con baja proporción de amilosa, como es el caso del almidón de maíz con un 25-35% de este componente, tienden a presentar índices de solubilidad elevados.

Tabla 19. Resultado microbiología del producto final

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
Recuento de Mohos	2,3 x 10 ²	UFC/g
Recuento de Levaduras	<10	UFC/g

En la tabla 18 se observa que según los resultados obtenidos de análisis de laboratorio la mezcla seca de repostería posee 2.3 x 10² UFC/g de Mohos se encuentra dentro del límite aceptable establecido por la norma INEN 1529-10, que permite hasta 1 x 10³ UFC/g como valor “m” y 1 x 10⁴ UFC /g como valor “M”. Por otro lado, el recuento de levaduras (<10 UFC/g) también cumple con estos parámetros, demostrando un control adecuado de estos microorganismos.

CONCLUSIONES

- Los valores de la calidad fisicoquímica de la materia prima utilizada (plátano, placenta y cascarilla de cacao) son comparables según diferentes autores, por lo que presenta idoneidad de uso para formular mezclas secas para repostería.
- La mezcla seca para repostería mejor aceptada fue el tratamiento 1, la cual fue optimizada, quedando de la siguiente manera: 50.50 % harina de placenta de cacao, 38 % harina de plátano y trigo, 11.50 % harina de cascarilla de cacao.
- La evaluación de las características tecno-funcionales y calidad fisicoquímica de la formulación optimizada son similares a lo reportado por diferentes autores, en cuanto a la calidad microbiológica los resultados se ajustan a lo exigido por la norma INEN 1529-10. Por último, se debe mencionar que la utilización de subproductos del cacao representa una alternativa potencial para la formulación de productos por su valor nutricional y compuestos de interés, además su utilización contribuye a mitigar el impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil de la mezcla seca para repostería formulada a partir de placenta y cascarilla de cacao, para determinar su durabilidad y condiciones óptimas de almacenamiento.
- Experimentar con diferentes variedades de cacao de la zona 7 para obtener placenta y cascarilla, para comparar sus efectos en el rendimiento y las propiedades sensoriales de la mezcla seca para repostería.
- Investigar la posibilidad de incorporar otros subproductos del cacao en la formulación de la mezcla seca, buscando optimizar el aprovechamiento integral del *Theobroma cacao L.* y potenciar las propiedades nutricionales y sensoriales del producto final.
- Realizar pruebas de aplicación de la mezcla seca en diferentes productos de repostería para evaluar su versatilidad y aceptación en diversas preparaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O., y Bello-Pérez, L, (2013), Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis, *Agrociencia*, 47(1), 1-12, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952013000100001&script=sci_arttext
- Aguilar Monserrate, R, S, (2023), *Lupinus Mutabilis Sweet: una revisión de sus propiedades nutricionales y tecnofuncionales, y su aplicación en la elaboración de productos horneados*,
- Anoraga, S., Shamsudin, R., Hamzah, M, H., Sharif, S., & Saputro, A, D, (2024), *Cocoa By-Products: A Comprehensive review on potential uses, waste management, and emerging green technologies for cocoa pod husk utilization*, *Heliyon*,
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador, (2023), *Tipos de cacao*, Obtenido de <https://anecacao.com/cacao-en-el-ecuador/tipos-de-cacao/>
- Avendaño - Romero, G., López-Malo, A., y Palo, E, (2013), *Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos*, *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(1),87-89, https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46178354/ALGINATOS_I-libre.pdf?1464900574=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropiedades_del_alginato_y_aplicaciones.pdf&Expires=1723309254&Signature=RjlbYezObMuDFVr7coLG4kAQ-os0KGVjmGQwtHKy8XUgcKYQXApMxGBY0rG81HYS9LVIRgkwvV53s8stzk9x9hvtc-k~RSEHvpHJue7wLQHaff0y7AsYlf9-3N-PCprXNao78-SdVfM7OyqBfBikPYooVTin76VrsFVLULonneAjYmORoTSLAnPeU6xK1Bn4cZMqUesme2iaLhn9D~Xna9HgSIki6sOt5Le1qlzPVDSFEq0xZBQk8P2hnJ9ZAmF7jCINQ1aehEvZsF~wVAQK5mwbJSiN8bujb2cRDijz8uzxR0Tkf5OnkZnq

[SDcXBk6SFJyUPkcoe-F0VTYxPHUXew_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](#)

- Ayala-Zavala, J, F., Silva-Espinoza, B, A., Cruz-Valenzuela, M, R., Villegas-Ochoa, M, A., Esqueda, M., González-Aguilar, G, A., & Calderón-López, Y, (2012), Antioxidant and antifungal potential of methanol extracts of *Phellinus* spp, from Sonora, Mexico, *Revista iberoamericana de micología*, 29(3), 132-138
- Blasco, G., y Gómez, F, (2014), Propiedades funcionales del plátano (*Musa* sp), *Revista Médica Universitaria*, 14(2), 22-26
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61315>
- Bocci, D., Casas, M., y Eirin, R, (2013), Producción de Leche en Polvo Entera, Parcialmente Descremada y Descremada, Estudio de prefactibilidad, (Tesis de grado), Universidad Nacional de Cuyo, Obtenido de https://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7878/producciondel_echeenpolvo.pdf
- Bolívar, Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1e1c5e34-e755-4295-85a9-c225b5948c4c/content>
- Brandão, L., Rocha, T., Souza, B., Azevedo, M., y Druzian, J, (2008), Producción de goma xantana obtenida del jugo de caña de azúcar, *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 28, 217-222,
<https://www.scielo.br/j/cta/a/b863qVDL9QK6rbPHwCNBD7C/?lang=pt#>
- Buenhombre, A, J, (2016), *Diseño y evaluación biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales),
- Cedeño, E., y Dilas-Jimenez, J, (2022), Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma, *Revista Científica y Tecnológica QANTY*

YACHAY "Saber de la Cantuta" (QUECHUA) revista multidisciplinaria, 2(1), 8-15, <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/17/14>

Chamaidan, J, (2020), *EFFECTO INHIBITORIO DEL ÁCIDO CÍTRICO EN EL PARDEAMIENTO DE LA PLACENTA DE CACAO (Theobroma cacao) PREVIO A LA OBTENCIÓN DE HARINA MEDIANTE DESHIDRATADO ADIABÁTICO* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR),

Chuez Sabando, K, P, (2022), Identificación del perfil de polifenoles, flavonoides y metilxantinas en mazorca y placenta de cacao (theobroma cacao, 1.) De las variedades ccn-51 y nacional,

Castañeda-Ovando, A., González-Aguilar, L, A., Granados-Delgadillo, M, A., & Chávez-Gómez, U, J, (2020), Goma guar: Un aliado en la industria alimentaria, *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(14), 107-111,

Guirlanda, C., Silva, G., Takahashi, J, (2021), «Cocoa honey: Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product?», *Future Foods*, 7, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000514>

Cornejo, C, (2014), *Tecnologías en la fabricación de jaleas, esencias y polvo de hornear*, (Tesis de grado), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/499e7606-da9f-44e7-9b0b-008ffc12e446/content>

Elizalde, K., López, W., y Espinoza, K, (2023), Determinación de la eficiencia agronómica del cultivo de cacao CNN51 (Theobroma cacao), bajo la aplicación de cuarto fertilizantes foliares en el cantón Caluma, provincia Bolívar, (Tesis de grado), Universidad Estatal de Bolívar

- El Salous, A., & Pascual, A, (2018), Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador, *Revista I+ D Tecnológico*, 14(1), 49-59
- European Food Safety Authority (EFSA), (2008), Theobromine as undesirable substances in animal feed-Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, *EFSA Journal*, 6(9), 725,
- Fabrice, Zoro Armel, Oussou Kouamé Fulbert, and Touré Abdoulaye, "Evaluation of Phenolic and Aromatic Compound of Placenta Three Cocoa Varieties (Theobroma cacao L) Cultivated in Côte d'Ivoire," *Asian Food Science Journal* 22,6 (2023): 1-10,
- Ouattara, L, Y., Kouassi, E, K, A., Soro, D., Soro, Y., Yao, K, B., Adouby, K., ... & Aina, P, M, (2021), Cocoa pod husks as potential sources of renewable high-value-added products: A review of current valorizations and future prospects, *BioResources*, 16(1),
- Figuerola, K, H, N., García, N, V, M., & Vega, R, C, (2020), Cocoa by-products, *Food wastes and by-products: Nutraceutical and health potential*, 373-411,
- Guevara, (2020), Comportamiento productivo en pollos de engorde camperos alimentados con harina de plátano (*Musa paradisiaca*),
- Goude, K, A., Adingra, K, M, D., Gbotognon, O, J., & ParfaitKouadio, E, J, (2019), Biochemical characterization, nutritional and antioxidant potentials of cocoa placenta (*Theobroma cacao L.*), *Annals: Food Science & Technology*, 20(3),
- Goude, K, A., ADINGRA, K, M, D., KOUAME, K, H., Soguimondenin, S, O, R, O., & KOUADIO, E, J, P, (2023), FUNCTIONAL PROPERTIES OF FERMENTED AND UNFERMENTED COCOA PLACENTA POWDERS (*THEOBROMA CACAO L.*) FOR THE PRODUCTION OF BISCUITS, *Food and Environment Safety Journal*, 22(2),

- Herrera Marrero, M, (2020), Azúcar oculto y salud, <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20273>
- Jan, N., Naik, H, R., Gani, G., Bashir, O., Amin, T., Mohd-Wani, S., & Ahmad-Sofi, S, (2022), Influence of replacement of wheat flour by rice flour on rheo-structural changes, in vitro starch digestibility and consumer acceptability of low-gluten pretzels, *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(9), <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00088-y>
- Jiménez, F, M., & Bonilla, M, D, (2012), Aprovechamiento de mucílago y maguey de cacao (*Theobroma cacao*) fino de aroma para la elaboración de mermelada, [Tesis de grado], Guaranda, Ecuador, Recuperado el 15] de Sep de 2015, de <https://cacaofcaug.files.wordpress.com/2014/09/0-24-ai.pdf>
- Lu, F., Rodriguez-Garcia, J., Van Damme, I, et al, (2018), Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions, *Current Opinion in Green Sustainable Chemistry*, 14: 80–88,
- LUCIO, R, N, M., CHANG, J, F, V., TORRES, C, A, V., RODRÍGUEZ, W, J, M., & OCAMPO, R, G, D, (2023), VALOR NUTRICIONAL DEL MAGUEY DESHIDRATADO DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*) NACIONAL, PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS NUTRICIONALES DE USO ALIMENTARIO, *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.) CON FINES AGROALIMENTARIOS*, 68,
- Martínez, G, (2013), El almidón de maíz: un producto cada vez más valioso por su gran potencial alimentario e industrial, *Revista El Cerealista*, 105, 12-16, <https://repository.agrosavia.co/handle/20,500,12324/711>

- Meter, A., Atkinson, R, J., & Laliberte, B, (2019), Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe: Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación,
- Morales, Y., Cuautle, K., Diaz, M., y Maldonado, J, (2024), Usos de la hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la gastronomía, *Revista de gastronomía y cocina*, 3(1), 1-11, <https://academiaculinaria.org/index.php/gastronomia-cocina/article/view/40/68>
- Nieto, J, (2023), Análisis de producción de cacao CCN51 convencional vs cacao CCN51 con certificación orgánica, *Polo del Conocimiento: Revisto científico-profesional*, 8(9), 1752-1758, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9227672>
- NTE INEN 2085, Requisitos, Galletas, Norma Técnica Ecuatoriana 2085: 2005, Quito – Ecuador,
- NTE INEN 2173, Productos vegetales y de frutas-Determinación de sólidos solubles-Método refractométrico (IDT), Norma Técnica Ecuatoriana 2173: 2013, Quito – Ecuador,
- NTE INEN 95, Pan común, Requisitos, Norma Técnica Ecuatoriana 95:1979, Quito – Ecuador,
- NTE INEN 3084, Mezclas alimenticias, Requisitos, Norma Técnica Ecuatoriana 2015, Quito-Ecuador,
- Ocampo, J, F, B., Santos, M, S, G., & Quintana, S, G, C, (2021), Capacidad antioxidante y polifenoles totales de infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y macambo (*Theobroma bicolor*), *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(3), 13-19,

- Okiyama, D, C., Navarro, S, L., & Rodrigues, C, E, (2017), Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 63, 103-112,
- Orellana Pardo, M, A., & Ullauri Martinez, W, M, (2022), *Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo pleurotus ostreatus* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala),
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2020), El encanto del chocolate de origen ecuatoriano, <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1295417/>
- Organización Internacional del Cacao (ICCO), (2023), Estadísticas del cacao: Boletín Trimestral de Estadísticas del Cacao de noviembre de 2023,
- Patil, S, P., & Arya, S, S, (2017), Nutritional, functional, phytochemical and structural characterization of gluten-free flours, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1284-1294, <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9506-5>
- Paz, R., & Pesantez, Z, (2013), Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador, *Yachana Revista Científica*, 2(2), <https://doi.org/10.1234/yach.v2i2.47>
- Quiceno Suarez, A., Cadena-Chamorro, E, M., Ciro-Velásquez, H, J., & Arango-Tobón, J, C, (2024), Subproductos de la agroindustria del cacao: materiales de alto valor agregado en función de su caracterización bromatológica y química,
- Quimbita, F., Rodriguez, P., & Vera, E, (2013), Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos, *Revista Tecnológica-ESPOL*, 26(1),

- Ramírez Gómez, L, M, (2020), *Diseño de un producto horneado adicionado con fibra dietaria proveniente de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia),
- Ruwali, A., Thakuri, M, S., Pandey, S., Mahat, J., & Shrestha, S, (2022), Effect of different ripening agents in storage life of banana (*Musa paradisiaca*) at Deukhari, Dang, Nepal, *Journal of Agriculture and Food Research*, 100416, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100416>
- Rivera Flores, V, K, (2015), *Efecto del estado de madurez del banano cavendish en las propiedades de hidratación de la harina y gel* (Bachelor's thesis, Espol),
- Rodríguez, E., Lascano, A., y Sandoval, G, (2012), Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termo mecánicas y de panificación de masas, *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 199 207
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Zeppa, G., & Stévigny, C, (2020), Cocoa bean shell—a by-product with nutritional properties and biofunctional potential, *Nutrients*, 12(4), 1123,
- Sánchez-González, I., Gil-Saura, I., & Ruiz-Molina, M, E, (2020), Efectos del desarrollo sostenible percibido por el consumidor, Una propuesta de modelo de hipermercados en Ecuador, *Estudios Gerenciales*, 36(154), 27-42,
- Sangronis, E., Soto, M, J., Valero, Y., & Buscema, I, (2014), Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones, *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 64(2), 123-130,
- Sepúlveda, W, S., Ureta, I., Hernández, G, A., & Solorzano, G, K, (2017), Consumo de plátano en Ecuador: hábitos de compra y disponibilidad a pagar de los consumidores,

Revista

Em Agronegocio e Meio Ambiente, 10(4), 995-1014,

Soares, T, F., & Oliveira, M, B, P, (2022), Cocoa by-products: Characterization of bioactive compounds and beneficial health effects, *Molecules*, 27(5), 1625,

Sarria Montoya, A, N, (2023), Efectos de los polifenoles en la salud humana,

Solórzano, S., y Balseca, L, (2017), Comercio internacional: nuevas perspectivas de mercado para los productos derivados de cacao de la provincia de El Oro-Ecuador, *Revista Científica Institucional Tzhoecoen*, 9(3), 1-19, <https://doi.org/10.26495/rtzh179.323327>

Valencia E, Ignacio I, Aviles E, Bartolomé M, Martínez H, García M, Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas, *Rev la Fac Ciencias Químicas*, 2017;16:15–29

Vega, R, R, G., Alvarado, J, W, V., & Ruiz, C, E, Q, (2020), Influencia de la temperatura de tostado en la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51 aprovechado para elaborar filtrante: Influence of toasting temperature in the antioxidant capacity of cocoa husk (*Theobroma cacao* L.) clone CCN-51 used to elaborate filter, *Investigación Universitaria UNU*, 10(1), 294-308,

Vega González, R, J., Castro Salinas, D., Pajuelo Risco, F, M., Honorio Javes, C, E., & Hernandez Valdez, J, E, (2024), Subproductos de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación animal: ¿Una alternativa viable y sostenible?, *Manglar*, 21(1), 127-134,

Villamizar-Jaimes, A,R, &López-Giraldo, L,J, (2017), Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción, *Revista*

Respuestas, 22 (1), 75-83, Disponible en:
<https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/821/1677>

Zambrano-Mite, L, F., Villasana, Y., Bejarano, M, L., Luciani, C., Niebieskikwiat, D., Álvarez, W., ,, & Orejuela-Escobar, L, M, (2023), Optimization of microfibrillated cellulose isolation from cocoa pod husk via mild oxalic acid hydrolysis: A response surface methodology approach, *Heliyon*, 9(6),

Zapata, K., Cortes, F, B., & Rojano, B, A, (2013), Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*), *Información tecnológica*, 24(5), 103-112,

Fontana, U, (2020), Cerveza artesanal estilo sour con agregado de frutos patagónicos: efecto sobre la calidad organoléptica y fisicoquímica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata),

ANEXOS

Anexo 1. Escala hedónica en el análisis de aceptabilidad

Escala de estabilidad	
Me disgusta mucho	1
Me disgusta un poco	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me gusta poco	4
Me gusta mucho	5

Anexo 2. Hoja de aceptabilidad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
CARRERA DE ALIMENTOS
PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Edad:

Género:

Instrucciones:

1. Frente a usted se encuentran 5 formulaciones de una pre-mezcla para repostería, observar y probar cada una de ellas de izquierda a derecha.
2. Pruebe la muestra y dependiendo del nivel de agrado coloque su puntaje en la tabla para cada formulación.

Nota: Recuerde tomar agua después de degustar cada formulación.

Puntaje	1	2	3	4	5
Nivel de agrado	Me disgusta mucho	Me disgusta un poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Formulación	1	2	3	4	5
146					
166					
176					
156					
196					

Anexo 3. Análisis de la calidad química del producto final

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina seca para repostería		
Lote:	---	Contenido declarado:	100 g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2024/07/25	Hora de recepción:	10:06:26
Fecha de análisis:	2024/07/25	Fecha de emisión:	2024/07/31
Material de envase:	----		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
*Fibra bruta	2.08	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría
*Cadmio	<0.05	mg/kg	MFQ-132	SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/ AAS llama aire C2H2
Ceniza	4.69	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo

Anexo 4. Análisis microbiológico del producto final

DATOS DE LA MUESTRA			
Descripción:	Harina seca para repostería		
Lote:	---	Contenido declarado:	100 g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	-
Fecha de recepción:	2024/07/25	Hora de recepción:	10:06:25
Fecha de análisis:	2024/07/25	Fecha de emisión:	2024/07/31
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Recuento de Mohos	2.3×10^2	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
Recuento de Levaduras	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm