



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA, CON
ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA.**

**VEGA RIVERA DIEGO ALEXANDER
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**RUIZ MERIZALDE JORI SAUL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA,
CON ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA.**

**VEGA RIVERA DIEGO ALEXANDER
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**RUIZ MERIZALDE JORI SAUL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA,
CON ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA.**

**VEGA RIVERA DIEGO ALEXANDER
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**RUIZ MERIZALDE JORI SAUL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH

**MACHALA
2023**

DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA, CON ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA.pdf

por Ruiz Merizalde Jori Saúl Y Vega Rivera Diego Alexander

Fecha de entrega: 07-mar-2024 11:00a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2314280905

Nombre del archivo:

DISEÑO_DE_UN_LAMINADO_DE_FRUTAS_DE_MANGO_Y_PIÑA_CON_ADICIÓN_DE_VITAMINA_C_Y_FIBRA.pdf
(1.05M)

Total de palabras: 12556

Total de caracteres: 69822

DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA, CON ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 5%

Excluir bibliografía

Activo

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

Los que suscriben, VEGA RIVERA DIEGO ALEXANDER y RUIZ MERIZALDE JORI SAUL, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE UN LAMINADO DE FRUTAS DE MANGO Y PIÑA, CON ADICIÓN DE VITAMINA C Y FIBRA., 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.

Los autores 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.

Los autores 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.



VEGA RIVERA DIEGO ALEXANDER

0750471427



RUIZ MERIZALDE JORI SAUL

0750834129

DEDICATORIA

Quiero dedicar este presente trabajo de titulación a Dios por ser el pilar fundamental de mi vida por guiarme el transcurso de la carrera, a mis padres y hermana por su apoyo y su amor. Así como a mis compañeros de curso por estar ahí presente en cada paso de toda la carrera, a los docentes por impartirme sus conocimientos los cuales pondré en práctica en la vida y profesional. También dedico este trabajo a mis tres mejores a los cuales siempre me han aconsejado y guiado por el buen camino.

Jori Ruiz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación de una forma muy especial a Dios, por ser el motor principal en mi vida, seguido de mi madre y mi hermana que han estado presentes en todo aspecto, dándome el apoyo necesario para cumplir con todo lo que me he propuesto, a mi sobrina que es la luz de mis ojos, a mis abuelos que aunque no estén presentes en este plano terrenal, aún siento su protección y bendición, a mis familiares que están y los que dejaron de estar entre nosotros, mis amigos los que estuvieron desde el principio, a los que surgieron en ésta travesía universitaria y desde luego a los profesores que hicieron posible mi formación profesional.

Diego Vega

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud en primer lugar a Dios por otorgarnos salud, sabiduría y fuerza para completar nuestros estudios. También deseamos agradecer a nuestros padres, hermanos y compañeros, cuya presencia, apoyo y afecto diarios nos motivaron a seguir adelante. Reconocemos el invaluable aporte de todos los profesores que nos acompañaron a lo largo de nuestra trayectoria académica, y en particular a nuestra tutora, la Ing. Lisbeth Matute, por su orientación y por compartir sus conocimientos técnicos y científicos durante la elaboración de nuestro trabajo de titulación. Así mismo, agradecemos al Ing. Fabián Cuenca, quien, como docente a cargo de la asignatura de titulación, siempre estuvo disponible para brindarnos su ayuda en todo momento.

Jori y Diego

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo el desarrollar un snack de fruta enriquecido con vitamina C y cáscara de banano como aporte de fibra, para ofrecer un producto físico químicamente estable y rico en antioxidantes. Para ello se utilizaron pulpas de «mango», y «*piña*». Se evaluó el contenido de sólidos solubles totales (SST) del mango (15.5 ± 2.60) así como su pH de ($4,77 \pm 0,10$). En piña también se valoró el contenido de SST (17.6 ± 0.28) y el pH (5.70 ± 0.14). Identificándose a partir de ello y la revisión bibliográfica que se trabajó con un índice de maduración de grado 5 en las dos frutas seleccionadas. Se empleó un diseño factorial con el fin de determinar la mejor formulación, considerando como variables independientes, la adición de ácido ascórbico y cascarilla de banano en una formulación base, la misma que nace de la propuesta de la variante 1 y la variante 2 con modificaciones realizadas en base a ensayos preliminares, mediante el estudio sensorial nos mostró que el 80% de las panelistas les gusto el producto considerando este valor un recurso importante. Mediante un análisis químico del producto formulado se determinó el valor de SST (7.5 ± 0.14 , 5.8 ± 3.53 , 8.1 ± 0.14), pH ($2,7 \pm 0.03$, 3.3 ± 0.47 , 3.7 ± 0.02), Acidez titulable (0.7 ± 0.01 , 0.02 ± 0.00 , 0.02 ± 0.00) y humedad (4.8 ± 0.41 , 2.3 ± 0.51 , 3.1 ± 0.03) para determinar los niveles de fenoles totales, se aplicó el protocolo de folin-ciocalteu, mientras que, para medir la capacidad antioxidante, se empleó la técnica 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y la evaluación mediante la reducción férrica(FRAP) comprobando que hay diferencias significativas entre cada una de las muestras analizadas, dando como resultado la media de la muestra 0= $8,02$; mg EAG/g) para la muestra 1= $12,769$ mg EAG/g) y para la muestra 2= $18,78$ mg EAG/g); determinando que el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por DPPH y FRAP se incrementan cuando utilizamos 2 % de cascarilla de banano en la formulación.

Palabras clave: laminado de futa, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos.

ABSTRACT

This research aimed to develop a fruit snack enriched with vitamin C and banana peel as a source of fiber through forced air dehydration, to offer a stable product rich in antioxidants. Using "Tommy Atkins" mango and "Ananas comosus" pineapple pulps, where the chemical composition of mango in Total Soluble Solids (15.5 ± 2.60) with a pH of (4.77 ± 0.10) and pineapple in Total Soluble Solids (17.6 ± 0.28) with a pH of (5.70 ± 0.14) was evaluated, it was identified that a ripeness index of grade 5 was worked with in both selected fruits respectively. A factorial design was used to determine the best formulation, considering as independent variables the addition of ascorbic acid and banana peel in a base formulation, which stems from the proposal of variant 1 and variant 2 with modifications based on preliminary trials. Through sensory evaluation, it was found that 80% of the panelists liked the product, considering this value as an important resource. Chemical analysis of the formulated product determined the value of Total Soluble Solids (7.5 ± 0.14 , 5.8 ± 3.53 , 8.1 ± 0.14), pH (2.7 ± 0.03 , 3.3 ± 0.47 , 3.7 ± 0.02), Titratable Acidity (0.7 ± 0.01 , 0.02 ± 0.00 , 0.02 ± 0.00), and moisture (4.8 ± 0.41 , 2.3 ± 0.51 , 3.1 ± 0.03) to determine levels of total phenols, applying the Folin-Ciocalteu protocol, while for measuring antioxidant capacity, the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) technique was employed, and the evaluation through ferric reducing antioxidant power (FRAP) was conducted, showing significant differences between each analyzed sample. The mean result for sample 0 was 8.02, for sample 1 was 12.769, and for sample 2 was 18.78, determining that all values for total phenols, DPPH, and FRAP, of the studied response variables, show significant differences when using a different quantity of banana peel.

Keywords: fruit laminate, antioxidant capacity, phenolic compounds

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCION	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACION	14
OBJETIVOS.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
MARCO TEORICO	16
1.1 GENERALIDADES DEL MANGO	16
1.1.1 Origen del mango «Tommy Atkins»	16
1.1.2 Importancia del mango Tommy Atkins en Ecuador	17
1.1.3 Descripción botánica	18
1.1.4 Descripción taxonómica	18
1.1.5 Condiciones medio ambientales del cultivo.....	19
1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL MANGO	21
1.2.1 Composición	21
1.2.2 Valor nutricional.....	22
1.2.3 Los antioxidantes	22
1.3 COMPUESTOS FENÓLICOS DEL MANGO TOMMY ATKINS.....	23
1.4 GENERALIDADES DE LA PIÑA	23
1.4.1 Origen de la piña.....	23
1.4.2 Importancia de la piña en Ecuador.....	24
1.4.3 Descripción botánica.	25
1.4.4 Descripción taxonómica	27
1.4.5 Condiciones medio ambientales del cultivo.....	27
1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA PIÑA.....	28
1.5.1 Composición	28
1.5.2 Valor nutricional.....	28
1.5.3 Los antioxidantes	29
1.6 COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA PIÑA	29
1.7 AZÚCAR.....	30
1.8 ÁCIDO ASCÓRBICO	30
1.9 ACEITE DE COCO	31
1.10 EMULSIFICANTE LECITINA DE SOJA	31
1.11 PECTINA	31
1.12 CASCARA DE BANANO	32
1.13 MÉTODOS PARA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS	32

1.13.1 Método folin-ciocalteu.....	32
1.14. MÉTODO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	33
1.14.1 Ensayo de DPPH (Capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenilpicrilhidrazilo).....	33
1.14.2 Ensayo FRAP (poder antioxidante de la reducción férrica).....	33
METODOLOGÍA	34
2.1 MATERIAS PRIMAS	34
2.2 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
2.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LAS PULPAS	34
2.3.1 Determinación de sólidos solubles (SST)	34
2.3.2 Determinación de pH.....	34
2.4 FORMULACIÓN DEL PRODUCTO.....	34
2.4.1 Diseño experimental para la formulación del producto.....	35
2.4.2 Proceso para la elaboración del laminado de frutas	35
2.4.3 Evaluación sensorial de las formulaciones propuestas	38
2.5 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL PRODUCTO FORMULADO.	39
2.5.1 Determinación de humedad	39
2.5.2 Determinación de pH.....	39
2.5.3 Determinación de sólidos solubles.....	39
2.5.4 Determinación de acidez total	39
2.5.5 Determinación de cenizas y minerales	40
2.5.6 Determinación de ácido ascórbico.....	40
2.5.7 Determinación de fibra dietaria.	40
2.5.8 Determinación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante por dos métodos	40
2.5.8.1 Preparación de los extractos.....	40
2.5.8.2 Determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu.....	41
2.5.8.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-picrilhidracilo (DPPH).	42
2.5.8.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC).....	43
2.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO FORMULADO.....	44
RESULTADOS Y DISCUSION	45
3.1 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS PULPAS DE MANGO Y PIÑA	45
3.2 SELECCIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN EN BASE A LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	46
3.3 ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL LAMINADO DE FRUTA	48
3.7 ANÁLISIS DEL CONTENIDO FENÓLICO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH) Y CAPACIDAD REDUCTORA (FRAP) DE LAS MUESTRAS 0, 1 Y 2, DEL LAMINADO DE FRUTAS.	50
3.8 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO FORMULADO.....	57
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60

ANEXOS.....66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países productores de mango	16
Tabla 2. Taxonomía del mango Tommy Atkins	18
Tabla 3. Composición del Mango Tommy Atkins	21
Tabla 4. Principales países productores de la piña	24
Tabla 5. Taxonomía de la Piña.....	27
Tabla 6. Composición de la piña	28
Tabla 7. Formulación base del producto.....	34
Tabla 8. Diseño experimental para la formulación del producto	35
Tabla 9. Potencial de hidrógeno y sólidos solubles totales de las pulpas de mango y piña.....	45
Tabla 10. ANOVA para VALORACIÓN SENSORIAL por FORMULACIÓN	46
Tabla 11. Pruebas de Múltiple Rangos para valoración sensorial por formulación	46
Tabla 12. Media y desviación estándar de los parámetros de la calidad de las láminas.....	49
Tabla 13. ANOVA para FENOLES TOTALES por CASCARILLA DE BANANO.....	51
Tabla 14. ANOVA para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE por CASCARILLA DE BANANO	51
Tabla 15. ANOVA para CAPACIDAD REDUCTORA por CASCARILLA DE BANANO.....	51
Tabla 16. Pruebas de Múltiple Rangos para FENOLES TOTALES por CASCARILLA DE BANANO.....	52
Tabla 17. Pruebas de Múltiple Rangos para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE por CASCARILLA DE BANANO.....	52
Tabla 18. Pruebas De Múltiple Rangos Para CAPACIDAD REDUCTORA Por CASCARILLA DE BANANO.....	52
Tabla 19. Resultados de la concentración de fenoles totales, DPPH y FRAP en muestras de láminas de fruta	53

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Producción de piña en Ecuador	25
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso del laminado de fruta.....	37
Figura 3. Grafica radial de atributos sensoriales.....	57

INTRODUCCION

En las últimas décadas, se ha observado un cambio significativo en la industria de alimentos, reflejando una creciente demanda por productos alimenticios que no solo sacien el hambre, sino que también promuevan la salud y el bienestar. Este cambio ha sido motivado por el aumento de enfermedades relacionadas con la dieta, como la obesidad y la diabetes tipo 2, lo que ha generado una mayor conciencia sobre la importancia de una alimentación balanceada. En este contexto, las frutas han ganado importancia como fundamental en una dieta saludable por su contenido en vitaminas, minerales, antioxidantes y fibras, elementos cruciales para mantener una buena salud y prevenir enfermedades (Aguirre Téllez et al., 2023).

Entre las frutas que destacan por sus beneficios para la salud se encuentran el mango y la piña, reconocidos por su alto contenido en vitaminas, antioxidantes y enzimas digestivas. Por ejemplo, el mango es rico en vitamina C, un antioxidante esencial para fortalecer el sistema inmunológico y mantener la salud de la piel. Por otro lado, la piña es conocida por su contenido en bromelina, una enzima que facilita la digestión y la absorción de nutrientes. La combinación de estos dos frutos en un producto procesado como un laminado ofrece una oportunidad única para proporcionar beneficios nutricionales valiosos a los consumidores (Cedeño Reyes & Zambrano Delgado, 2014).

En este contexto, la práctica de fortificar alimentos con nutrientes específicos como la vitamina C y la fibra se presenta como una estrategia importante para abordar las deficiencias dietéticas y mejorar el perfil nutricional de los productos procesados. Bastías M & Cepero B., (2016) Al diseñar un laminado de mango y piña con la adición de vitamina C y fibra, se busca satisfacer las necesidades de los consumidores preocupados por su salud y ofrecer una opción atractiva y conveniente para integrar nutrientes esenciales en la dieta diaria. Este enfoque no solo tiene el potencial de mejorar la salud y el bienestar de los consumidores, sino también de contribuir

positivamente a la evolución continua de la industria alimentaria hacia productos más saludables y funcionales (Barazarte Barazarte et al., 2015)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud, junto con la FAO, han plasmado estudios relacionados con la alimentación y prevención de enfermedades crónicas; la ingesta diaria mínima de 400 g de frutas y verduras ayuda a mantener una vida más saludable, evitando enfermedades agresivas como cánceres gastrointestinales, cardiopatías isquémicas y accidentes vasculares cerebrales (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Comer inconscientemente, sin parar de meditar sobre qué alimento y por qué lo ingerimos, se ha vuelto común en nuestra sociedad. Es por eso que las láminas de frutas, con adición de vitamina C y fibra, son una excelente opción de consumo, ya que aporta energía, vitaminas, compuestos antioxidantes y nutritivos a diferencia de cualquier otra golosina, chocolate o *snack*, que lo único que hacen es aportar calorías vacías a nuestro cuerpo, acortándonos así la oportunidad de gozar de una buena salud (Hernández, Moncayo, Fernández, & Sulbarán, 2013).

La cascara de banano, que es parte de casi la mitad de peso del fruto, se considera un desperdicio en muchos lugares y no se considera una opción de consumo, siendo un subproducto con una gran fuente de compuestos bioactivos ya que hay carbohidratos, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, dando efectos benéficos a la salud y economía humana (Torres et al., 2018).

La poca disponibilidad de algunas frutas como el mango, que no se puede cosechar todo el año, crea limitaciones en la venta y producción de subproductos, volviéndose una importante oportunidad de comercialización e innovación; diseñar un laminado de frutas de mango y piña, con adición de vitamina C y fibra, siendo este un producto con buenas características nutricionales, comerciales y económicas.

JUSTIFICACION

El desarrollo de esta investigación proporcionará una alternativa saludable de un *snack* a las industrias alimentarias, siendo un laminado de fruta, un producto nutritivo, natural y rico; lo que ayudará al consumidor en general, ya que la Organización Mundial de la Salud recomienda un consumo de 400 g al día de frutas. Este nuevo alimento será una excelente opción; siendo fortificado con cascará de banano por su alto nivel en fibra y aprovechando sus compuestos antimicrobianos y antioxidantes de gran calidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar un snack laminado mediante la combinación de fruta, vitamina C y cáscara de banano para la obtención un alimento con capacidad antioxidante.

Objetivos Específicos

- Determinar el índice de maduración de las frutas mediante la comparación bibliográfica de los valores pH y sólidos solubles.
- Desarrollar un snack laminado empleando un diseño experimental factorial para la obtención de la formulación sensorialmente más aceptada.
- Evaluar las características químicas, capacidad antioxidante y perfil sensorial de textura de las formulaciones seleccionadas.

MARCO TEORICO

1.1 Generalidades del mango

1.1.1 Origen del mango «Tommy Atkins»

El mango o *Mangifera indica* L. cómo se lo conoce botánicamente, es uno cultivo longevo, pues se tienen registros que datan del 4000 y 6000 a. C. Es originario de la India. Al ser un cultivo longevo, ha causado que se adapten diferentes subtipos y variaciones dentro del género *Mangifera*, teniendo alrededor de 49 subespecies diferentes y más de 500 especies de árboles tropicales y subtropicales (Yadav, 2017).

Debido a la expansión de la humanidad, la familia de *Mangifera*, se ha establecido en más de 89 países del mundo. La mayoría de estos países están en la zona subtropical. Países como la India, Bangladesh, Estados Unidos (estados de Florida y Hawái), entre otros tiene una alta tasa de producción anual de esta fruta (Tabla 1). (Evans, 2024).

Tabla 1. Principales países productores de mango

Rango	Área	Valor (Toneladas)
1	India	18 779 000
2	China	4 771 038
3	Tailandia	3 432 129
4	México	2 197 313
5	Indonesia	2 184 399

Las subespecies y variantes de *Mangifera* se producen debido a cultivos experimentales o a factores climáticos y medio ambientales que modifican el factor común del mango. Este es el caso del mango «Tommy Atkins», la cual es una variación de la subespecie como conocida como *Mangifera indica*, *subesp Haden*. El mango Tommy Atkins se cultivó dentro la granja de Thomas H. Atkins, en la Florida (Estados Unidos) en 1920.

Aunque en primera instancia el cultivo no pareció tener un gran impacto, poco a poco ganó gran fama por su adaptabilidad climática. Para 1970, los cultivos del mango Tommy Atkins se había asentado no solo en diferentes países de todo el mundo, sino también en varios estados del país norteamericano, siendo California un estado con un clima idóneo para la proliferación de este cultivo (The Forest Gardener, 2020).

Al adaptarse al clima tropical y subtropical de la región del condado de California se volvió más resistente a ciertos climas y variaciones medio ambientales como la húmeda y la temperatura. Esta resistencia impulso aún más su popularización. Rápidamente se prepara para su exportación a regiones fuera de los Estados Unidos como: México, Ecuador, Brasil, entre otros países. (Bally et al., 2021).

1.1.2 Importancia del mango Tommy Atkins en Ecuador

En Ecuador, la producción del mango data de 1980, logrando su exportación en el mismo año. Esto debido a las grandes demandas que tenía países del continente asiático con relación al consumo de este tipo de frutas. Ya en épocas recientes, gran parte del contenido de exportaciones del mango ecuatoriano ha sido hacia países europeos como los Países Bajos, o del mismo subcontinente sudamericano como Colombia.

Uno de los mayores países que es participe de las exportaciones el mango ecuatoriano, ha sido Estados Unidos. Aunque el país norteamericano es un productor de esta subespecie de mango, existen distintos factores como, la variabilidad climática del país, su propendida a huracanes, tifones y a varios fenómenos meteorológicos; además de su alta demanda alrededor del país, han hecho que Estados Unidos, han hecho que importen cantidades de mago ecuatoriano, representando un 80 % de la producción de mango de Ecuador (Caicedo, 2021).

Ecuador se ha caracterizado en la siembra de la subespecie *var. Tommy Atkins*. Debido a sus condiciones climáticas favorables para su siembra, ya que el clima de Ecuador comprarte

muchas similitudes en temperatura y en humedad, paracaídas a los estados de California, Florida o incluso Hawái, donde se producen este tipo subespecies de mango.

Debido a esto, Ecuador se posicionó en el 2019, en el decimosexto puesto del ranking de exportación de mangos a nivel mundial, representado el 1,2 % de participación. Dentro del país, las principales provincias responsables de la mayor producción de estos frutos son Los Ríos y Guayas, teniendo alrededor de 15 567 hectáreas de producción registradas (Espinoza, 2023).

1.1.3 Descripción botánica

El árbol donde se produce el fruto de mango contiene una hoja perenne de tamaño mediano o grande (según la región y la subespecie). El árbol ronda un tamaño aproximado de unos 9,1 m a 30,5 m. La copa del árbol es simétrica y redonda; esta suele variar desde baja y densa, hasta vertical y abiertas.

Con relación a sus hojas, varían de igual manera, dependiendo de la subespecie, disponiendo diferentes colores según esto. La tonalidad se alterna desde verdosas, ámbar o rosadas. Las hojas alcanzan una longitud de 15 a 40 cm. En sus etapas iniciales tienen colores pálidos y volviéndose a un color más verdoso oscuro al madurar.

La inflorescencia racimosa es una panícula ramificada que está en el exterior del brote. En el árbol de mango se estima de 550 a 4000 flores aproximadamente. Estas flores poseen un color rosa y blancuzco. (Guillén, 2022).

1.1.4 Descripción taxonómica

Tabla 2. Taxonomía del mango Tommy Atkins

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	
Nombre científico:	<i>Mangifera indica subsp. indica</i> var. Tommy Atkins

Origen	Florida, Estados Unidos
Creador:	Thomas Atkins
Año de creación:	Década de 1920

- **Características:**

- **Árbol:** El árbol de mango Tommy Atkins es un árbol perenne que puede alcanzar los 45 metros de altura. Tiene una copa amplia y redondeada.
- **Hojas:** Las hojas del mango Tommy Atkins son simples, alternas, coriáceas y de color verde oscuro.
- **Flores:** Las flores del mango Tommy Atkins son pequeñas, de color blanco y se agrupan en panículas.
- **Frutos:** Los frutos del mango Tommy Atkins son ovoides, de tamaño mediano a grande, y de color rojo oscuro. La pulpa es amarilla anaranjada y tiene un sabor dulce y jugoso (Victorio et al., 2023)

El mango Tommy Atkins es una variedad resistente a las enfermedades y a las condiciones climáticas adversas. Se adapta bien a diversos tipos de suelos y climas. La cosecha del mango Tommy Atkins se realiza durante los meses de verano. El Tommy Atkins se consume fresco, en conserva, congelado o en jugo. También se utiliza en la cocina para preparar postres, salsas y platos salados. (Marcillo-Parra et al., 2021)

1.1.5 Condiciones medio ambientales del cultivo

El mango Tommy Atkins, al ser una variante de la subespecie de *Mangifera Indica* tiene una gran variabilidad con relación al clima donde se produzca. Siendo de esta manera adaptables tanto a zonas tropicales como a zonas subtropicales, que presenten una temperatura anual superior o igual a 20 °C (68 °F) (Khalifa, Abobatta, 2023).

Aunque esta variante tolere las temperaturas altas, suele ser sensible a temperaturas más bajas; es más fértil en climas con precipitaciones anuales de 1500 a 2500 mm (60 a 100 pulgadas). El mango Tommy Atkins se considera como una planta que tolera muy bien las sequías.

Esta variante también tiene una gran adaptabilidad a distintos tipos de suelos, teniendo una gran gama de compatibilidades. Aunque el suelo óptimo para su cultivo tiene que poseer un pH de 6,0 a 6,5 y ser un suelo franco de preferencia, con profundidad adecuada y así, drenado para amortizar sequías. (Khalifa, Abobatta, 2023)

Con relación a su altitud, el mango Tommy Atkins se puede producir hasta 1000 m a nivel del mar. Sin embargo, según estudios, se ha determinado que a mayor altura disminuye la calidad de sus frutos (Zambrano, 2022).

La variante Tommy Atkins requiere una gran cantidad de luz solar para su producción óptima, ya que la luz es un gran potenciador de la calidad de los frutos. El mango Tommy Atkins tolera bien las sombras parciales, pero no llega a ser recomendable el excederse con las sombras ya que, de igual manera, esta puede influenciar en su rendimiento.

Otros factores que influyen en una buena producción del cultivo son los cuidados que se les proporcione, ya que, aunque esta planta posea una gran adaptabilidad a climas tropicales y subtropicales, suele ser muy propensa a plagas y enfermedades como La mosca de las frutas, la roya del mango y el moho gris.

Es por esto que es adecuado manejar buenas prácticas de mantenimiento para esta subespecie, incluyendo la poda de sus ramas para un control óptimo del crecimiento, un buen sistema de riego y fertilización. De igual manera, la aplicación de agroquímicos para la conservación del cultivo es bueno mecanismo para un cuidado óptimo (Zambrano Salvatierra, 2022)

1.2 Composición química y nutricional del mango

1.2.1 Composición

La proporción de los componentes químicos del fruto del mango Tommy Atkins varía según su grado de maduración, clima y el suelo. En un estado promedio, el mango Tommy Atkins tiene un 84 % de agua, un 16 % de carbohidratos (principalmente azúcares, fructuosa, glucosa y sacarosa), 3 % de fibra. Existen otros componentes adicionales a estos, los cuales se distribuyen entre vitaminas y minerales (Tabla 3).

Tabla 3. Composición del Mango Tommy Atkins

Componente	Contenido
Agua	84,4 %
Calcio	10 mg
Carbohidratos	15,6 %
Fibra dietética	2,9 g
Fósforo	27 mg
Grasas	0,3 %
Hierro	0,4 mg
Magnesio	20 mg
Manganeso	0,1 mg
Potasio	290 mg
Proteínas	0,5 %
Selenio	0,2 µg
Vitamina A	1100 UI
Vitamina B6	0,14 mg
Vitamina C	48 mg
Cinc	0,2 mg

1.2.2 Valor nutricional

Al tener un alto grado de agua y carbohidratos, el mango Tommy Atkins ayuda a mantener la hidratación y proporciona energía. La fibra del mango contribuye al sistema digestivo. Su alta concentración de minerales y vitaminas ayuda a distintas funciones corporales, desde el mantenimiento de la piel hasta el sistema inmunológicos (Altiné, 2023).

Al ser una gran fuente de compuestos con acción antioxidante, el mango ayuda a proteger células dañadas, siendo efectivo al ser capaz de disminuir las posibilidades de padecer enfermedades crónicas como las cardíacas, el cáncer o la diabetes (Sadeh et al., 2022).

1.2.3 Los antioxidantes

El mango Tommy Atkins posee tres compuestos antioxidantes que benefician a la salud de las personas que lo consumen; entre estos antioxidantes se encuentran.

- **Carotenoides;** Posee betacarotenos, dentro del componente de la vitamina A. Este antioxidante es el responsable del color naranja o amarillo de la fruta de mango. Además, ayuda al sistema inmunológico, protegiendo células dañadas por radicales libres. Así mismo puede ayudar a reducir de enfermedades como las cardíacas (Liang et al., 2020).
- **Flavonoides;** estos son polifenoles como la quercetina y el miricetina. Estos compuestos se encuentran en la piel y en la pulpa del mango y poseen efectos favorables que pueden contribuir a la salud cardiovascular (Lenucci et al., 2022).
- **Ácido ascórbico;** conocido como vitamina C; es un compuesto con acción antioxidante altamente soluble en el agua. La vitamina C está altamente relacionada con la producción de colágeno y la absorción de hierro (Reddy et al., 2021).

1.3 Compuestos fenólicos del mango Tommy Atkins

El mango Tommy Atkins contiene un alto valor nutricional y alberga una gran variedad de compuestos fenólicos. Dichos compuestos son bioactivos y contribuyen a efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antibacterianos (Carrillo-Tomalá, 2020).

La *mangiferina* es un compuesto fenólico que se encuentra presente en la piel y en la pulpa del mango; así mismo, aquí también se encuentra el ácido protocatechuic, responsable, en gran medida, de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas.

De igual manera, el mango presenta otros compuestos fenológicos como el ácido gálico. Este compuesto se encuentra de forma abundante en la semilla y en la cáscara del fruto, y es un precursor del ácido urolítico A (Lenucci et al., 2022).

Los flavonoides como la quercetina y el kaempferol se encuentran en menor cantidad en la pulpa y la piel del mango Tommy Atkins, el cual también poseen mangostaninas, que se ubica principalmente en la pulpa. Según estudios realizados, este componente tiene un gran potencial contra el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

Al ser los flavonoides un antioxidante, es capaz de proteger a las células de los radicales libres. De igual manera, según estudio es capaz de evitar el crecimiento de células cancerosas, así como la proliferación de apoptosis, lo que frena de cierta manera a las células cancerígenas (Belén, 2021)

1.4 Generalidades de la piña

1.4.1 Origen de la piña

El cultivo de piña o también conocido como *Ananas comosus* por su nombre científico, es uno de los cultivos más producidos en países de zonas tropicales y subtropicales. La piña es una fruta perenne de la familia de los Bromeliácea, de origen sudamericano. Algunos estudios

determinan que hay una alta probabilidad de que la fruta sea de origen brasileño o paraguayo, pues es en estas regiones donde se han descubiertos registro sobre su consumo y cultivos que datan desde hace siglos. (D'Eeckenbrugge et al., 2018)

En Europa, la piña se introdujo gracias a los conquistadores españoles y portugueses en el siglo XVI aproximadamente, popularizándose rápidamente por su alto grado de exotividad, siendo una de las frutas predilectas por las altas esferas, las cuales eran las únicas que se podían permitir el consumo de este fruto. (De Carvalho, 2020)

Para el siglo XIX, la piña se comenzó a cultivar en otras regiones como Hawái y las Filipinas. A día de hoy, la piña se cultiva en zonas más tropicales como América Central, América del Sur, África, Asia y Australia.

Tabla 4. Principales países productores de la piña

Rango	Área	Valor (tonelada)
1	Costa Rica	2 930 661
2	Brasil	2 694 555
3	Filipinas	2 612 474
4	China	2 078 126
5	India	1 964 000

1.4.2 Importancia de la piña en Ecuador

La piña es una fruta que se cultiva en Ecuador desde principios del siglo XX, siendo en una primera instancia uno de los productos no petroleros que ocupa un puesto significativo en los ingresos de las exportaciones del país (Muñoz, 2023).

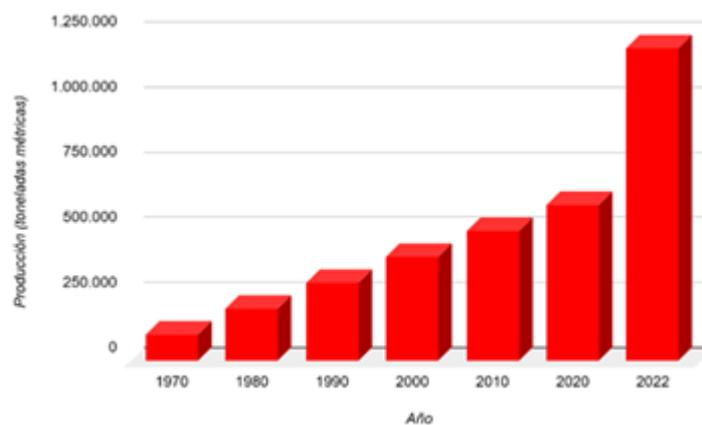
Para 1970, la piña se convirtió en uno de los principales productos de Ecuador. Según registros, en 2022, Ecuador se posicionó como el principal exportador en América del Sur. Una de las principales variantes de piña en ser exportadas desde Ecuador es la «Golden Sweet (subespecie

de origen hawaiano)». Esta variante es producida en Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos y ha tenido gran aceptación en países, tanto de América como de Europa (Cáceres, 2022).

La piña, principalmente, es exportada a mercados como los de Estados Unidos, Europa y Asia. Estas exportaciones representan una parte significativa en los ingresos de exportación del Ecuador, siendo así que, para noviembre de 2021, Ecuador exportó alrededor de \$ 46 000 000 registrado por la Federación Ecuatoriana de Exportadores (Fedexpor), cifra que fue en aumento considerable, de un 22 %, en relación con años anteriores (Bustos, 2022).

Este crecimiento se debe a la expansión de muchos campos de cultivos, así como también a nuevas áreas de comercio. Esto ha provocado un incremento significativo de producción de piña ecuatoriana en los últimos años (Tabla 5).

Figura 1. Producción de piña en Ecuador



1.4.3 Descripción botánica.

Ananas comosus o piña, como comúnmente se la conoce, es una planta herbácea; esto significa que no posee un troco leñoso como otras plantas o arbusto, sino que posee un tallo que sobresale por encima del suelo. La piña es una planta perenne que pertenece a la familia de los bromeliáceas (Pineda, 2023).

La piña posee una estructura morfológica que se podría dividir en seis partes: el tallo, las hojas, los péndulos, la corona, los brotes y las raíces adventicias. Al ser unas monocotiledóneas, es muy típico que sus raíces tengan un sistema principalmente adventicio. Esto significa que la piña no nace de una semilla como muchas plantas, sino que se forma de otro tejido de la planta como el tallo o la hoja (Feijoo, 2020)

La raíz de la piña alcanzando un tamaño de 30 a 40, cm aproximadamente; en muchos casos este tamaño varía según la especie de la planta o de su cultivo. El crecimiento de la raíz comienza poco después de su etapa de siembra y continúa aproximadamente a lo largo de su floración (Streletskii et al., 2022).

Al pertenecer a la familia de los bromeliáceas, las piñas forman parte de los monocotiledóneos perennes. Posee frutos múltiples, así como una influencia terminal. En su estado adulto alcanza hasta 1 m de alto y 0,5 m de ancho. Las flores de la piña son hermafroditas y disponen de una corona tubular. Las flores normalmente son auto estériles y en el desarrollo del fruto es partenocárpico. Así como puede producirse frutos sin que haya ocurrido una unión o en este caso sin una semilla. Este sistema es beneficioso, en lugares con poco polinizadores, o en climas que no son favorables para polinizar. (Torres & Castro, 2018)

Su tallo suele ser corto, alcanzando de 25 a 50 cm de largo y un diámetro de 2 a 5 cm. En su base se encuentran sus hojas, las cuales rondan desde los 70 a 80 por planta; dichas hojas son espaciadas y con forma de espada que son suculentas (Ricardo, 2021)

Esta forma suculenta conlleva que tengan un espesor grueso y una textura lisa y brillantes en algunas cosas. Estas hojas suculentas tienen una funcionalidad que consisten en la retención de agua para poder soportar los periodos de sequía, así como también puede ayudar a la protección de la fruta en condiciones favorables poco favorables (Ricardo, 2021)

1.4.4 Descripción taxonómica

Tabla 5. Taxonomía de la Piña

Descripción Taxonómico	
Reino	<i>Plantae</i>
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Bromeliaceae
Género	Ananas
Especie	A. comosus

1.4.5 Condiciones medio ambientales del cultivo.

La piña es una planta tropical que requiere una temperatura húmedas y cálidas para su óptimo desarrollo, siendo la Costa ecuatoriana un ambiente más que apropiado para su cultivo. La temperatura apropiada para esta clase de cultivos oscila entre 25 a 30 °C, siendo que, una temperatura menor puede dañar o malograr el cultivo. La piña también requiere una humedad relativamente alta, rondando un 70 % humedad (Streletskii et al., 2022).

En cuestión a su riego, la piña necesita aproximadamente de 1500 a 2000 milímetros de lluvia anual. El riego tiene que distribuirse de forma adecuada, ya que la piña es susceptible a la sequía. Debido a esto, no es recomendable sembrar en suelos arcilloso, pues esta clase de suelos tienden a retener el agua, perjudicando a los cultivos. De igual manera, el pH adecuado para un cultivo de piña tiene que establecerse entre 5,5 y 6,5 para su desarrollo.

Al ser una planta perenne, la piña puede producir frutos durante varios años; no obstante, al pasar del tiempo, el rendimiento disminuye. Se suele recomendar replantar las plantaciones de piña cada 3 o 4 años (Admin, 2021).

1.5. Composición química y valor nutricional de la piña

1.5.1 Composición

El agua es uno de los compuestos principales de la piña, ocupando casi un 90_% de sus compuestos. La piña contiene principalmente azúcares naturales como la fructosa y la glucosa, siendo parte de los carbohidratos. De igual manera, contiene fibras dietéticas, la cual son muy importantes para la salud digestiva (Ibarra et al., 2021).

Otros componentes que acompañan a la piña, son la vitamina C, el manganeso, el potasio, el calcio y el cobre, los cuales son beneficios para la salud. (Tabla 6)

Tabla 6. Composición de la piña

<i>Componentes</i>	<i>Contenido (por 100 g de porción comestible)</i>
<i>Agua</i>	85,5 g
<i>Carbohidratos</i>	11,7 g
<i>Fibra alimentaria</i>	1,4 g
<i>Proteínas</i>	0,5 g
<i>Grasas</i>	0,2 g
<i>Vitamina C</i>	47,8 mg
<i>Manganeso</i>	0,3 mg
<i>Potasio</i>	180 mg
<i>Cobre</i>	0,1 mg
<i>Tiamina</i>	0,07 mg
<i>B6</i>	0,05 mg

1.5.2 Valor nutricional.

Al estar compuesta principalmente de agua, esta convierte a la piña en una fruta importante para mantener la hidratación. De la misma manera, la fructosa es importante para mantener la

energía corporal. La fibra, presente en la piña es importante para la salud digestiva (García, 2022).

La vitamina C presente en la piña, llega a repercutir en el sistema inmunológico. También es beneficioso para la cicatrización de heridas. Tanto el manganeso como el cobre son compuestos que ayudan a la producción de glóbulos rojos, los cuales son responsables de la absorción de hierro (Drosdovech, 2021).

1.5.3 Los antioxidantes

Los compuestos antioxidantes desempeñan un papel crucial al resguardar las células contra los daños ocasionados por radicales libres, moléculas inestables que poseen la capacidad de perjudicar las células y favorecer la aparición de enfermedades crónicas, tales como enfermedades cardíacas, cáncer y diabetes.

La piña es fuente de antioxidantes, de los cuales se incluye:

- **Flavonoides:** son antioxidantes que se encuentran en muchas frutas y verduras. En la piña, los flavonoides ayudan a reducir inflamaciones y riesgos de enfermedades cardíacas.
- **Vitamina C** que, al ser soluble con el agua, ayuda a la protección de las células encontrar de los radicales libres.
- **Antocianinas:** compuestos flavonoides las antocianinas se encuentran en las frutas y verduras rojas, azules y moradas.

1.6 Compuestos fenólicos de la piña

En la piña, hay compuestos fenólicos que poseen una estructura química capaz de darle propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas (Ibarra et al., 2021).

- **Ácidos fenólicos:** Se encuentra en la piña dentro de compuestos que incorporan un grupo carboxilo (-COOH). Es aquí donde destacan los ácidos gálicos, ácidos cafeicos, ácidos ferúlicos y ácido p-cumáricos.
- **Flavonoides:** Es otra clase de compuestos con una estructura afín a la vitamina C, también están presentes en la piña, abarcando catequinas, epicatequinas, antocianinas y flavonoles.
- **Taninos:** Pose una estructura química compleja, se hallan en la piña e incluyen compuestos taninos condensados como taninos hidrolizables.

1.7 Azúcar

La azúcar es un compuesto que se encuentran en múltiples alimentos, incluido en bebidas, postres, cereales procesados y frutas. La azúcar que se conoce normalmente es un grupo de carbohidratos que está compuesto, a su vez, de dos azúcares simples: la glucosa y la fructosa (Huang et al., 2023).

La glucosa es la principal fuente de energía para el cuerpo, almacenado en el hígado y en los músculos en forma de glucógeno. La fructuosa es un azúcar muy presente en frutos y verduras de manera natural; de igual manera, este compuesto se lo puede manipular, agregándolo en alimentos procesados como bebidas azucaradas y los cereales (Santos et al., 2022).

1.8 Ácido ascórbico

El ácido ascórbico o Vitamina C, es un nutriente muy fundamental para la salud de las personas, es un antioxidante que ayuda a combatir el daño de los radicales libres, causantes de dañar a las células. De igual manera, el ácido ascórbico también es causante de la producción de colágeno y de proteínas beneficiosos para la piel, los huesos y otros órganos (María, 2020).

1.9 Aceite de coco

El aceite de coco es una sustancia vegetal que se extrae de algunas partes del coco, como la cáscara o la pulpa. El aceite de coco es rico en grasas saturadas, ácido láurico, ácido cáprico y ácido caprílico. Esta sustancia mayormente se utiliza para cocinar, aunque en los últimos tiempos se ha utilizado como suplemento dietético, debido a su gran influencia en la salud corporal (Jayawardena et al., 2021).

1.10 Emulsificante lecitina de soja

La lecitina de soja es un emulsionante natural que se obtiene de una leguminosa conocida como soja. Esta sustancia se consigue a través de la mezcla de fosfolípidos, glicolípidos, azúcares, triglicéridos y otros compuestos (Cala Calviño et al., 2017).

En su mayoría, la lecitina de soja se utiliza en la industria alimentaria para múltiples factores como emulsionante, estabilizante, espesante y texturizante. Algunos alimentos en los que se utiliza la lecitina de soja son la mayonesa, la margarina, los helados, el chocolate, los productos cárnicos, entre algunos más (Salinas & López-Sobaler, 2017).

1.11 Pectina

La pectina es de los polisacáridos complejos, que están en las paredes celulares de las plantas. Esto hace que la pectina este compuestas por cadenas de unidades ácidos galacturónico que están unidas entre sí por enlaces de acetilo (Blanco Pérez et al., 2021).

Las frutas y verduras son fuentes ricas de pectina; esta es beneficiosa para la salud, pues puede llegar a reducir la absorción de grasas en el intestino y, de igual manera, reduce el riesgo de enfermedades cardiacas al reducir el nivel de colesterol.

Dentro de la industria alimentaria, la pectina se utiliza como espesante, gelificante y estabilizante. En su mayoría, la especia es utilizada en mermeladas, postres, productos horneados y productos lácteos (Roman-Benn et al., 2023).

1.12 Cascara de banano

La utilización de la cáscara de plátano en la industria alimentaria como una alternativa viable muestra un gran potencial. Dado su rico contenido nutricional, especialmente en fibra dietética, la cáscara de plátano se destaca por promover una digestión saludable. Considerando que los plátanos son cultivados extensamente en todo el mundo, su cáscara puede ser aprovechada comercialmente como una fuente valiosa de fibra dietética. Esta práctica podría afectar positivamente al medio ambiente empleando materiales secundarios de procesamiento, y abrir nuevas oportunidades para consumidores y productores en crear productos alimenticios con un gran valor añadido (Mohd Zaini et al., 2022).

1.13 Métodos para determinación de compuestos fenólicos

1.13.1 Método folin-ciocalteu

Este método se basa en el procedimiento el cual se fundamenta en la reducción química de un reactivo compuesto por una mezcla de óxidos de wolframio y molibdeno. Durante la reducción de estos óxidos metálicos, se observa un intenso color azul. Esta reacción se realiza en un medio básico con un (pH de 10), que muestra una alta capacidad de absorción de luz, alcanzando una longitud de onda máxima de 765 nm. La química asociada a los wolframatos y molibdatos es altamente compleja. Los isopolifosfowolframatos son incoloros cuando los metales se encuentran en su estado de valencia 6+ completamente oxidado, mientras que los compuestos de molibdeno presentan un color amarillo. En soluciones ácidas, forman complejos octaédricos hidratados de óxidos metálicos coordinados alrededor de un fosfato central. Las secuencias de reducciones reversibles de uno o dos electrones producen especies azules, como él (PMoW 11

O 40) 4⁻. La adición de un electrón a un orbital no enlazante reduce las unidades de MoO 4⁺ a especies azules isoestructurales de MoO 3⁺. La intensidad lumínica se correlaciona con la concentración de fenoles presentes en la muestra (Rover & Brown, 2013).

1.14. Método para determinar la capacidad antioxidante

1.14.1 Ensayo de DPPH (Capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenilpicrilhidrazilo)

Este procedimiento implica la evaluación de la capacidad antioxidante de un alimento mediante la captación de radicales libres. Se basa en la interacción entre la molécula 1,1-difenil-2-picrilhidrazina y los radicales libres presentes en la muestra, donde dicha molécula atrapa un electrón o átomo de hidrógeno. La absorción de luz se realiza con un espectrofotómetro con una longitud de onda de 517 nm, lo que permite detectar cambios en el color de la solución. Al inicio, la solución es violeta, que disminuye según los antioxidantes de la muestra interactúan con la molécula captadora de radicales, provocando una coloración amarilla. Por lo tanto, la presencia de color amarillo indica la existencia de propiedades antioxidantes en las muestras analizadas (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995).

1.14.2 Ensayo FRAP (poder antioxidante de la reducción férrica)

Este método se fundamenta en la medición del poder antioxidantes dentro de una muestra en un entorno Acido con un pH de (3.6) donde el antioxidante reaccionará con el complejo de la tripiridiltriazina férrica (2,4,6-tripiridil-s-triazina) la interacción de estos dos tendrá como resultado una coloración azulada la cual se precederá a medir mediante un espectrofotómetro a una longitud de onda de 593 mm (Benzie & Strain, 1996).

METODOLOGÍA

2.1 Materias primas

En este estudio se utilizó pulpa de *Mangifera indica L* (mango Tommy Atkins) y *Ananas comosus L.* (piña) en combinación con otros ingredientes e incluyendo cascarilla de banano gros *Michel (Musa Acuminata)* como fuente de fibra y ácido ascórbico como antioxidante.

2.2 Ubicación de la investigación

El lugar donde se realizó la investigación fue en la Universidad Técnica de Machala, en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Salud ubicada en la ciudad de Machala, de la provincia del Oro. Ecuador.

2.3 Evaluación de la calidad química de las pulpas

2.3.1 Determinación de sólidos solubles (SST)

El contenido de sólidos solubles (SST) se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380:1985-12) utilizando un refractómetro (Hanna modelo HI 96801, Bogotá, Colombia).

2.3.2 Determinación de pH

El valor de pH se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 389:1985-036) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (Bante, Shanghai, China).

2.4 Formulación del producto

Tabla 7. Formulación base del producto

INGREDIENTE	%	PESO
PULPAS	78.9	1420.2
AGUA	5	90

AZUCAR	12	216
PECTINA	1.5	27
EMULGENTE	0.1	1.8
ACEITE	1	18
AC. CITRICO	1.5	27
	100	1800

2.4.1 Diseño experimental para la formulación del producto

Se empleó un diseño factorial con el fin de determinar la mejor formulación, considerando como variables independientes, la adición de ácido ascórbico y cascarilla de banano en una formulación base, la misma que nace de la propuesta de la variante 1 y la variante 2 con modificaciones realizadas en base a ensayos preliminares tal como puede verse en la tabla x. Por otro lado, como variable dependiente o variable respuesta se consideró la aceptación sensorial del producto, Los datos fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA simple, utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS centurión 5.0).

Tabla 8. Diseño experimental para la formulación del producto

VARIANTE	BLOQUE	CASCARILLA DE BANANO	ACIDO ASCORBICO
1	1	1	1.5
2	1	1.5	3
3	1	2	3
4	1	2	1.5
5	1	1.5	1.5
6	1	1	3
7	2	1.5	1.5
8	2	1	3
9	2	1	1.5
10	2	2	3
11	2	2	1.5
12	2	1.5	3

2.4.2 Proceso para la elaboración del laminado de frutas

Para la elaboración de las formulaciones de laminado se procedió a lavar las frutas enteras con agua potable y se preparó una disolución de desinfectante y agua (1:3v/v) y se sumergieron por

6 minutos. Una vez desinfectadas las frutas, se procedió al pelado y despulpado del mango y de la piña con la ayuda de una licuadora industrial. Luego se procedió a pesar 483,4 g de cada pulpa, 90 g de azúcar, 9 g de pectina, 0,6 g de emulgente, 6 g de aceite de coco y 9 g de ácido ascórbico. Luego se mezclaron las pulpas con los demás ingredientes creando una mezcla homogénea que se sometió a cocción durante 30 minutos a una temperatura de 50 °C. Tras el tiempo de cocción, se verter la mezcla en una bandeja de aluminio cuadrada la cual tendrá una cubierta de glicerina para evitar que se pegue la mezcla para su posterior secado.

Una vez lista la mezcla se procede a realizar el proceso de secado en la estufa (Memmert UF, Memmert, Alemania) a 50 °C con una ventilación y trampilla abierta al 100 % por 24 h. Después se procede a desmoldar y enrollar la lámina de fruta. Al terminar el proceso se almacenan los rollos en unas bolsas plásticas de cierre hermético.

Para la elaboración del laminado se siguió la metodología descrita por. Muriel Cobo., (2013) con modificaciones. Tal como se describe la figura 2

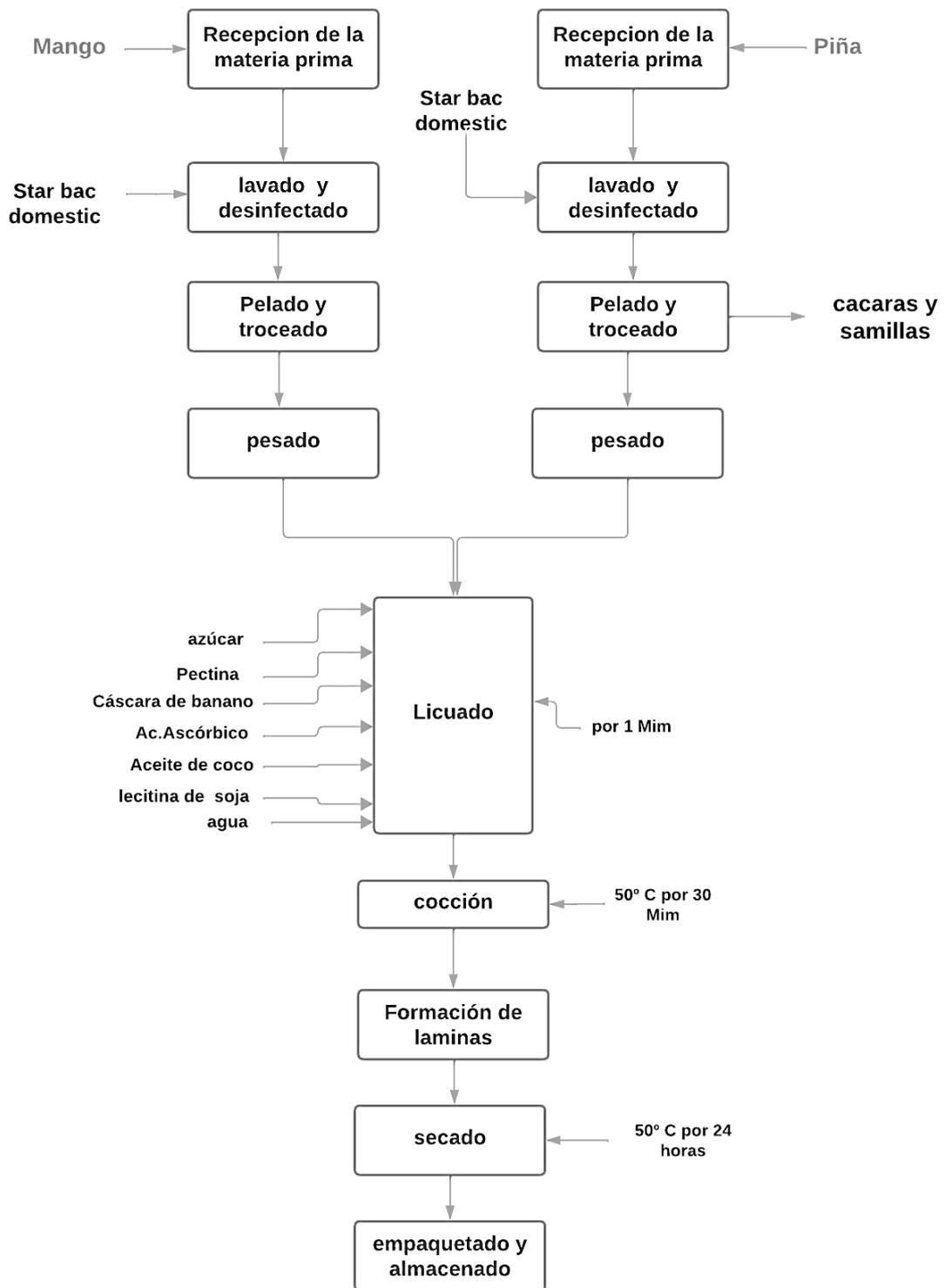


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso del laminado de fruta

A continuación, se describen las etapas del flujo de proceso empleado para el laminado de frutas

Recepción de la materia prima: Se descartan las frutas que muestran signos de pudrición o daños por magulladuras (Muriel Cobo., 2013)

Lavado y desinfectado: Se preparó una disolución de desinfectante y agua (1:3v/v) y se sumergieron por 6 minutos. Una vez desinfectadas las frutas, se procedió al pelado y despulpado del mango y de la piña

Pelado y troceado: Con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable retiramos las cascara del mango y la piña incluyendo las semillas y después procedemos a taracear el mango y la piña.

Pesado: Se realiza una medición del peso de las pulpas para determinar las proporciones y calcular el rendimiento de las diferentes mezclas de frutas a emplear.

Licuada: En este paso se mezclan las pulpas de las dos frutas con los ingredientes con sus respectivos porcentajes como la azúcar, la pectina, el ácido ascórbico, el emulgente, el aceite, la cascara de banana y el agua se procede a licuar por 1 minuto.

Cocción: la mezcla que fue licuada pasa cocción a una temperatura de 50°C por 30 minutos y no deje de mover la mezcla hasta alcanzar la temperatura deseada.

Formación de la lamina: la mezcla es vertida en unas bandejas cuadradas de aluminio las cuales están cubiertas con glicerina para evitar que la mezcla se pegue al momento de secar.

Secado: las bandejas son llevadas a la estufa (Memmert UF, Memmert, Alemania) por 24 horas a una temperatura de 50 °C constante con una ventilación y trampilla abierta al 100 %.

Empaquetado y almacenado: Pasadas las 24 horas retiramos el producto del deshidratador, desmoldamos de las bandejas y los enrollamos para después ser guardados en unas fundas con cierre hermético.

2.4.3 Evaluación sensorial de las formulaciones propuestas

Se evaluó la preferencia sobre las formulaciones desarrolladas con una evaluación sensorial de tipo afectivo con una escala hedónica verbal de 3 puntos como herramienta (anexo 1).

2.5 Evaluación de la calidad química del producto formulado.

2.5.1 Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se utilizó un analizador de humedad (Ohaus. Mexico, D.F. México).

2.5.2 Determinación de pH

Las muestras a evaluar fueron cortadas en pedazos pequeños y pesadas (10g de cada muestra) para luego proceder a colocarlos en vasos de precipitación con 50 mL de agua destilada.

El valor de pH se determinó de acuerdo con la normativa (NTE INEN 389:1985-036) utilizando un potenciómetro portable multiparamétrico (Bante, Shanghai, China).

2.5.3 Determinación de sólidos solubles

Las muestras a evaluar fueron cortadas en pedazos pequeños y pesadas (10g de cada muestra) para luego proceder a colocarlos en vasos de precipitación con 50 mL de agua destilada.

El contenido de sólidos solubles (SST) se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380:1985-12) utilizando un refractómetro (Hanna modelo HI 96801, Bogotá, Colombia).

2.5.4 Determinación de acidez total

Las muestras a evaluar fueron cortadas en pedazos pequeños y pesadas (10g de cada muestra) para luego proceder a colocarlos en vasos de precipitación con 50 mL de agua destilada.

El contenido de acidez se determinó de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 381).

2.5.5 Determinación de cenizas y minerales

La determinación de los niveles de minerales se llevó a cabo en el laboratorio NEMALAB S.A, ubicado en Machala. Allí, se empleó el método de digestión húmeda para calcular el porcentaje de diversos minerales, tales como sodio, zinc, magnesio, calcio, hierro, potasio y zinc presentes en el laminado de fruta.

2.5.6 Determinación de ácido ascórbico

El contenido de vitamina C se determinó mediante (cromatografía líquida de alta resolución HPCL) obtenido por el análisis del laboratorio LABOLAB.

2.5.7 Determinación de fibra dietaria.

El contenido de fibra dietaria se determinó mediante el método AOAC 985/ Gravimetría obtenido por el análisis realizado por el laboratorio LABOLAB.

2.5.8 Determinación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante por dos métodos

2.5.8.1 Preparación de los extractos

Las muestras por evaluar en este caso fueron la muestra patrón o cero, la formulación 1 (245) que incluía 1 % de cascarilla y 1,5% de ácido ascórbico y la formulación 2(811) que incluía 2 % de cascarilla y 1.5 % de ácido ascórbico.

Las muestras de laminado seleccionadas y el laminado considerado muestra patrón (fórmula base sin inclusión de cascarilla y ácido ascórbico) troceadas en cuadros muy pequeños fueron pesadas en cantidades de 10g cada muestra a cada una de ellas se le añadió 50ml de etanol absoluto, previamente calentado a 50 °C, se procedió a llevarlas a calentamiento en las planchas térmicas con agitación (180 rpm) y temperatura constante (50 +-3°C), durante 30min, para

finalmente filtrar y utilizar el líquido filtrado para la determinación de fenoles y capacidad antioxidante por ambos métodos.

2.5.8.2 Determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu

Los fenoles totales fueron cuantificados siguiendo el procedimiento detallado por Singleton et al., (1999). Para ello, se hizo una curva de calibración empleando una solución patrón de ácido gálico a 10 mg/mL (Sigma Aldrich), con concentraciones de 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9 mg/mL. Cabe destacar que todas las diluciones y muestras fueron sometidas a análisis por triplicado.

Las muestras por evaluar se diluyeron previo al ensayo, mezclando 1 mL de extracto con 39 mL de etanol absoluto para la muestra 0 y 500 µL de extracto con 40 mL de etanol absoluto, para la muestra 1 y 2.

Preparación de reactivos:

Solución diluida de Folin-Ciocalteu (10%): Se tomó 10 ml del reactivo Folin-Ciocalteu y se lo diluyó en 100ml de agua destilada.

Solución de carbonato de sodio (7,5%): Se procedió a pesar 7,5g de Na₂CO₃ anhidro y se diluyó en 100ml 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 2,5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (10 %) y 450 µL de agua destilada. La mezcla se agitó mediante un vortex (Thermo Scientific, Waltham, U.S.A.) y se dejó reposar durante 5 minutos. Posteriormente, se incorporaron 2 mL de Na₂CO₃ (7,5 %), se agitó de nuevo y se permitió que reposara durante 2 horas. Después de este periodo, a temperatura ambiente y en condiciones de oscuridad, se transfirieron las muestras a microceldas de 2 mL y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm utilizando un espectrofotómetro (Thermo Scientific, Waltham, USA).

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 cada muestra, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal utilizando una curva de calibración, de la cual se obtuvo la siguiente ecuación:

Absorbancia: $1,0106x + 0,0195$ * concentración (mg/mL) con un coeficiente de determinación de $(R^2) = 0,9997$.

2.5.8.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-picrilhidracilo (DPPH).

Las muestras por evaluar se diluyeron previo al ensayo, mezclando 1 mL de extracto con 39 mL de etanol absoluto para la muestra 0 y 500 μ L de extracto con 40 mL de etanol absoluto, para la muestra 1 y 2.

Preparación de la dilución DPPH (0,1 Mm): Se procedió a pesar 0,00039g de DPPH y llevar a un balón volumétrico de 100ml y se aforo con una dilución hidroalcohólica de (80:20).

Ensayo: En el proceso de determinar el DPPH según la metodología de Brand-Williams et al. (1995) con ajustes, se tomaron 200 μ L de extracto y se mezclaron con 3,8 mL de una solución de DPPH al 0,1 mM. Para la muestra control de DPPH, se preparó una combinación de 500 μ L de solución hidroalcohólica (80:20) y 40 mililitros de DPPH (0,1 mM). Las mezclas resultantes fueron agitadas en un vórtex (Thermo Scientific, USA) y luego se dejaron reposar durante 30 minutos en condiciones oscuras y a temperatura ambiente. Posteriormente, cada muestra se transfirió a microceldas de 2 mL y se realizaron lecturas directas de absorbancia a 517 nm utilizando un espectrofotómetro (UV-Visible Spectrophotometer Evolution 201 Thermo Scientific, Waltham, USA). La solución hidroalcohólica (80:20) se empleó como blanco de referencia.

2.5.8.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC)

Las muestras por evaluar se diluyeron previo al ensayo, mezclando 1 mL de extracto con 39 mL de etanol absoluto para la muestra 0 y para las muestras 1 y 2; 500 µL de extracto y 40 mililitros de etanol absoluto.

Preparación de reactivos:

Solución buffer de acetato 300 mM (pH 3,6): Se llevó a cabo la medición de 3,1 g de acetato de sodio trihidratado ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), seguido de su disolución en agua. Posteriormente, se añadieron 16 mL de ácido acético glacial y se completó el volumen hasta llegar a un litro mediante la adición de agua destilada. Una vez concluido este proceso, se verificó el pH resultante y, si fue necesario, se realizó el ajuste correspondiente para alcanzar un pH de 3,6.

Solución de HCl 40 mM: Se añadió 3,3 ml de HCl conc, en un litro de agua destilada.

Solución 10 mM de TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) en HCl 40mM: Se procedió a pesar 0,0156g de TPTZ en 5ml de HCl 40 mM.

Solución de FeCl_3 20mM: Se procedió a pesar 0,0162 g de FeCl_3 anhidro y se disolvió en 5 ml de agua destilada.

Solución del reactivo FRAP: Se llevó a cabo la preparación mezclando 50 mL de una solución buffer de acetato con un pH de 3,6, en 5 mL de una solución de TPTZ de 10 mM y finalmente, 5 mL de una solución de FeCl_3 de 20 mM. Esta mezcla se sometió a una incubación a una temperatura de 37 °C durante un período de 30 minutos.

Ensayo: Se colocó 50 µL de la dilución de la muestra en conjunto con 1,5 mL del reactivo FRAP en los tubos de ensayo, utilizando la disolución de FRAP como referencia. A continuación, se efectuó la agitación de cada tubo mediante un vórtex (Thermo Scientific, Waltham, USA) y se permitió que reposaran durante 5 minutos.

Posteriormente, se llevó a cabo la transferencia de cada muestra a microceldas de 2 mL con el fin de medir la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm utilizando un espectrofotómetro (UV-Visible spectrophotometer Evolution 201 Thermo Scientific, Waltham, USA).

A través de un análisis de regresión lineal, se obtuvo la siguiente ecuación:

Absorbancia: $5,2994 - 0,0364 * \text{concentración (mg/mL)}$ con un coeficiente de determinación de (R^2) de 0,9933.

2.6 Evaluación de la calidad sensorial del producto formulado.

La formulación seleccionada fue evaluada sensorialmente por 30 panelistas semi entrenados con el fin de identificar el perfil de textura del producto, para ello se utilizó un análisis descriptivo con una escala de 5 puntos, considerando descriptores como acetosidad, gomosidad, masticabilidad y pegajosidad (Anexo 2).

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Análisis químico de las pulpas de mango y piña

En la Tabla 9, se presentan los valores obtenidos en la evaluación química de las pulpas de mango y piña.

Tabla 9. Potencial de hidrógeno y sólidos solubles totales de las pulpas de mango y piña

Parámetros	Mango	piña
<i>Solidos solubles (SST)</i>	15.5 ± 2.60	17.6 ± 0.28
<i>Potencial de hidrógeno daw(pH)</i>	4.77 ± 0.10	3.76 ± 0.77

Gómez., et al. (2005) reporta que el mango (*Tommy Atkins*) con rango de 15 – 16°Brix y 5- 5.9 pH se encuentra en estado maduro, en este sentido cabe recalcar que existe una relación creciente directamente proporcional en cuanto a pH y grados brix. De acuerdo con Martínez., et al. (2022), dadas las propiedades físico químicas del mango utilizado como materia prima en este estudio, este se encuentra en un índice de madurez grado 5. Por otra parte, el estudio de Costa., et al (2020) indica que para la elaboración de néctares los valores del mango en pH deben estar en un rango de 2,86 a 3.33 y en el caso de los sólidos solubles debe tener entre 10.00 a 14.83 grados brix aproximadamente, siendo estos datos similares a los datos expuestos en la tabla 9, verificándose entonces que la pulpa de mango empleada cuanta con el equilibrio de azúcar y ácidos requeridos para ser transformado industrialmente como conserva.

Según Domínguez et al., (2011), para determinar el índice de maduración de la piña se encuentra en grado 5, esta fruta debe estar en un rango de 11 a 18°Brix y 3.7 a 3.9 de pH. Estos valores coinciden con los valores reportados en la tabla 9, quedando demostrado que la piña empleada como materia prima en el presente estudio tiene un grado de maduración 5.

Según Chacín., et al. (2009) las variaciones de pH y SST en estas frutas se puede deber a las variaciones entre especies, condiciones de cosecha y factores medio ambientales.

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

En la tabla 10 se presentan los resultados del análisis de varianza realizado a la valoración sensorial afectiva de las doce muestras preparadas.

Tabla 10. ANOVA para VALORACIÓN SENSORIAL por FORMULACIÓN

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	23.1058	11	2.10052	8.86	0.0000
Intra grupos	76.3673	322	0.237165		
Total (Corr.)	99.4731	333			

Tal como puede verse en la tabla 10, existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de las doce formulaciones evaluadas es decir entre todos los grupos, con un p-valor menor a 0.05 y un 95% de nivel confianza.

Por otro lado, en la tabla 11 puede verse como a través de la prueba de múltiples rangos, se logró identificar que la muestra 418 resulta ser estadísticamente diferente a todas las otras muestras, además de ser la formulación con la puntuación más baja respecto a aceptación sensorial.

Tabla 11. Pruebas de Múltiple Rangos para valoración sensorial por formulación

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
245 - 374		0.115385	0.271208
245 - 418	*	0.935385	0.268373
245 - 522		-0.0742706	0.258765
245 - 597		-0.0989011	0.26094
245 - 599		0.148718	0.256718
245 - 611		0.0553846	0.268373
245 - 622		0.163772	0.254789

245 - 678		0.115385	0.271208
245 - 798		0.0820513	0.256718
245 - 811		-0.202797	0.251242
245 - 919		0.167109	0.258765
374 - 418	*	0.82	0.273799
374 - 522		-0.189655	0.264389
374 - 597		-0.214286	0.266518
374 - 599		0.0333333	0.262386
374 - 611		-0.06	0.273799
374 - 622		0.0483871	0.260498
374 - 678		0	0.276579
374 - 798		-0.0333333	0.262386
374 - 811	*	-0.318182	0.257031
374 - 919		0.0517241	0.264389
418 - 522	*	-1.00966	0.26148
418 - 597	*	-1.03429	0.263633
418 - 599	*	-0.786667	0.259454
418 - 611	*	-0.88	0.270991
418 - 622	*	-0.771613	0.257545
418 - 678	*	-0.82	0.273799
418 - 798	*	-0.853333	0.259454
418 - 811	*	-1.13818	0.254037
418 - 919	*	-0.768276	0.26148
522 - 597		-0.0246305	0.253846
522 - 599		0.222989	0.249503
522 - 611		0.129655	0.26148
522 - 622		0.238042	0.247517
522 - 678		0.189655	0.264389
522 - 798		0.156322	0.249503
522 - 811		-0.128527	0.243865
522 - 919		0.241379	0.251609
597 - 599		0.247619	0.251759
597 - 611		0.154286	0.263633
597 - 622	*	0.262673	0.249791
597 - 678		0.214286	0.266518
597 - 798		0.180952	0.251759
597 - 811		-0.103896	0.246172
597 - 919	*	0.26601	0.253846
599 - 611		-0.0933333	0.259454
599 - 622		0.0150538	0.245377
599 - 678		-0.0333333	0.262386
599 - 798		-0.0666667	0.24738
599 - 811	*	-0.351515	0.241692
599 - 919		0.0183908	0.249503
611 - 622		0.108387	0.257545
611 - 678		0.06	0.273799

611 - 798		0.0266667	0.259454
611 - 811	*	-0.258182	0.254037
611 - 919		0.111724	0.26148
622 - 678		-0.0483871	0.260498
622 - 798		-0.0817204	0.245377
622 - 811	*	-0.366569	0.239642
622 - 919		0.00333704	0.247517
678 - 798		-0.0333333	0.262386
678 - 811	*	-0.318182	0.257031
678 - 919		0.0517241	0.264389
798 - 811	*	-0.284848	0.241692
798 - 919		0.0850575	0.249503
811 - 919	*	0.369906	0.243865

Así también se logró identificar (tabla 11) que la muestra 811 tiene el promedio con la puntuación más alta, siendo esta, estadísticamente diferente de todas las otras muestras excepto de 597 que resulta ser su réplica y de las muestras 245 y 522, estas dos últimas son muestras con puntuaciones también elevadas ubicándose en el segundo y tercer lugar respectivamente. Por lo tanto, la decisión a tomar se ciñó a la selección de la mejor formulación entre las muestras 811, 245 y 522. Para la toma de tal decisión se consideraron las variables independientes del estudio y la necesidad de incluir el mayor porcentaje de vitamina C y cascarilla de banano posible. Dado que el porcentaje de inclusión de ácido ascórbico en estas muestras fue de 1,5% en todos los casos y que entre estas muestras variaba únicamente el porcentaje de inclusión de cascarilla de banano, se decidió seleccionar las muestras con 1 y 2% de cascarilla de banano para continuar con la valoración química de las muestras e identificar el efecto de la adición de este componente sobre la calidad química de los productos terminados. Por esta razón se seleccionaron las muestras 811 y 245 para continuar el estudio.

3.3 Análisis de la calidad química del laminado de fruta

En la Tabla 12. se encuentran los resultados de los valores obtenidos de los análisis de la composición química del laminado de fruta. La variante cero es la formulación base sin inclusión de cascarilla ni ácido ascórbico, la variante 1 incluye 1 % de cascarilla de cacao y la

variante 2 % de cascarilla de banano, estas dos últimas variantes mantienen la cantidad de ácido ascórbico constantes (1.5 %).

Tabla 12. Media y desviación estándar de los parámetros de la calidad de las láminas

<i>Parámetros</i>	<i>variante 0</i>	<i>variante 1</i>	<i>variante 2</i>
<i>Sólidos solubles (SST)</i>	7.5 ± 0.14	8,2 ± 0.14	8.1 ± 0.14
<i>Potencial de hidrogeno (pH)</i>	2,7± 0.06	3.6 ± 0.08	3.7 ± 0.02
<i>Acidez titulable</i>	0.7 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
<i>Humedad</i>	4.8 ± 0.41	2.3 ± 0.51	3.1 ± 0.03

Según lo expuesto en la tabla 12, no existe una variación marcada entre los parámetros SST, pH y humedad y acidez titulable entre la variante 1 y 2, esto se debe a que lo único que se modificó en ambas formulas fue el porcentaje de inclusión de cascarilla de banano (1-2% respectivamente) ajustando hasta llevar a 100 % la mezcla de las pulpas de fruta.

La diferencia en cuanto al parámetro de acidez titulable en la variante 0 a comparación de la variante 1 y 2 se debe a la participación de ácido cítrico al 1% para la variante 0 y ácido ascórbico al 1,5% para las otras dos variantes.

Según Bravo, J. (2022) las láminas de la mezcla de mango y piña obtenidas por secado a 60 y 70°C dieron un porcentaje de °Brix de 83,300 y 83,417% respectivamente, valores más altos que los reportados por Torres et al., (2015), para las láminas de pure de manzana (70,7°Brix) y para las láminas de puré de membrillo (76,2° Brix), La variación detectada entre los diferentes estudios y este trabajo se debe a que los valores reportados en este caso se midieron en la muestra diluida en agua, de hecho aún si se multiplicara por un factor de difusión es posible encontrarnos con a diferencias debido a los distintos contenidos de humedad de las láminas evaluadas en los diferentes estudios, así como también a los distintos niveles de incorporación de sacarosa en los diferentes estudios, y a las particularidades inherentes a las frutas que fueron objeto de investigación.

Los valores de pH presentan similitudes con los resultados de estudios anteriores, como los informados por Azeredo et al., (2006) y Torres et al., (2015) que muestran valores de pH cercanos en láminas de mango (3.8) y manzana (4.05). Sin embargo, Offia-Olua y Ekwunife (2015) indican un pH más elevado de 6.03 en láminas que combinan puré de manzana, piña y banano. Estas diferencias se atribuyen a la incorporación de ácidos en la formulación y a las características fisicoquímicas propias de los ingredientes utilizados. Es importante destacar que la obtención de valores bajos de humedad y pH podría ofrecer ventajas significativas, ya que contribuye a una mayor estabilidad microbiológica y favorece la conservación del producto.

Por otro lado, según Bravo, J. (2022) existe una mayor retención del contenido de vitamina C en las láminas de la mezcla de mango y piña secadas a 60°C que las secadas a 70°C. La disminución de la vitamina C a causa de elevadas temperaturas se relaciona con la apertura o cierre del anillo lactona (isomerización de L-isómeros a D-isómeros) y/o con la generación de compuestos quirales cuando la vitamina se expone a temperaturas elevadas (Aguilar et al., 2019; Mendoza-corvis et al., 2017) pudiendo determinar que la temperatura de secado empleada en este estudio (50°C) pudo haber conservado de mejor manera el contenido de ácido ascórbico en la fórmula.

3.7 Análisis del contenido fenólico, capacidad antioxidante (DPPH) y capacidad reductora (FRAP) de las muestras 0, 1 y 2, del laminado de frutas.

En las tablas 13, 14 y 15 se presentan los resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras patrón, 811 y 245 a las cuales llamaremos 0, 1 y 2 respectivamente. La muestra 0 corresponde a la formulación base sin inclusión de vitamina C ni cascarilla de banano, la muestra 1 contiene 1,5 % de ácido ascórbico y 1 % de cascarilla de banano y la muestra 2 contiene 1,5 % de ácido ascórbico y 2 % de cascarilla de banano. Todas las muestras fueron

procesadas siguiendo el mismo flujo de proceso y respetando las mismas variables de control (temperatura, tiempo, etc.)

En las tablas mencionadas se identifica un resultado similar, esto es, hay diferencia estadísticamente significativa entre los valores reportados en las muestras 0, 1 y 2 para fenoles totales, capacidad antioxidante y capacidad reductora. Así, en las tablas 16, 17 y 18, la muestra 2 difiere estadísticamente de las otras dos muestras, con la media más alta respecto al contenido de fenoles (18.78 mg EAG/g) y capacidad antioxidante (DPPH= 78.4043 mg TEAC/g) - FRAP= 8.502 mg TEAC/g).

Tabla 13. ANOVA para FENOLES TOTALES por CASCARILLA DE BANANO

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	174.463	2	87.2314	22.61	0.0016
Intra grupos	23.1522	6	3.8587		
Total (Corr.)	197.615	8			

Tabla 14. ANOVA para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE por CASCARILLA DE BANANO

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	9351.08	2	4675.54	604.68	0.0000
Intra grupos	46.3932	6	7.7322		
Total (Corr.)	9397.48	8			

Tabla 15. ANOVA para CAPACIDAD REDUCTORA por CASCARILLA DE BANANO

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
---------------	--------------------------	-----------	-----------------------	----------------	----------------

Entre grupos	17.7419	2	8.87093	29.85	0.0008
Intra grupos	1.7833	6	0.297217		
Total (Corr.)	19.5252	8			

Tabla 16. Pruebas de Múltiple Rangos para FENOLES TOTALES por CASCARILLA DE

BANANO

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	3	8.02	X
1	3	12.769	X
2	3	18.78	X
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>e</i>		<i>a</i>	
0 - 1	*	-4.749	3.92459
0 - 2	*	-10.76	3.92459
1 - 2	*	-6.011	3.92459

Tabla 17. Pruebas de Múltiple Rangos para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE por

CASCARILLA DE BANANO

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	3	5.14067	X
1	3	67.265	X
2	3	78.4043	X
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>e</i>			
0 - 1	*	-62.1243	5.55553
0 - 2	*	-73.2637	5.55553
1 - 2	*	-11.1393	5.55553

Tabla 18. Pruebas De Múltiple Rangos Para CAPACIDAD REDUCTORA Por

CASCARILLA DE BANANO

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	3	5.079	X
1	3	7.079	X
2	3	8.502	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferenci</i>	<i>+/- Límites</i>
<i>e</i>		<i>a</i>	
0 - 1	*	-2.0	1.08921
0 - 2	*	-3.423	1.08921
1 - 2	*	-1.423	1.08921

m

Finalmente, en la tabla 19 se muestran los valores promedio de los resultados de la concentración de fenoles y la capacidad antioxidante medida por ambos métodos, tal como puede verse definitivamente la variante 2 es superior tanto en concentración de fenoles como en la capacidad antioxidante medida tanto por el método DPPH como por el método FRAP, probándose líneas arriba estos valores además de superiores son estadísticamente diferentes de los demás.

Tabla 19. Resultados de la concentración de fenoles totales, DPPH y FRAP en muestras de láminas de fruta

<i>Parámetros</i>	<i>variante 0</i>	<i>variante 1</i>	<i>variante 2</i>
<i>Fenoles Totales</i>	8.02 ± 0.40	12.76 ± 0.16	18.78 ± 0.21
<i>(DPPH)</i>	5.14 ± 0.13	67.26 ± 0.81	78.40 ± 0.98
<i>(FRAP)</i>	5.07 ± 0.56	7.07 ± 0.08	8.50 ± 0.10
<i>Vitamina c</i>			2.05
<i>Fibra dietaría</i>			7.99
<i>Minerales</i>			
Magnesio (% bs)			0.07
Hierro (% bs)			0.0069
Calcio (% bs)			0.28
Zinc (% bs)			0.0011
Sodio (% bs)			0.02
Potasio (% bs)			0.06

En el análisis realizado por Gulcin Yildiz (2018), se encontró una notable presencia de compuestos antioxidantes en la cáscara de banano maduro, lo que lo destaca como un componente activo potencial en la creación de alimentos funcionales.

Según Molina Cevallos & Freire Herrera, (2023) la capacidad antioxidante de las cascaras de banano, valorada mediante ambos métodos (FRAP y DPPH), se ve incrementada conforme el fruto avanza en su proceso de maduración. Este incremento se atribuye al aumento en el contenido de compuestos fenólicos, que actúan como eliminadores de radicales libres, y a la síntesis de otros compuestos bioactivos como los carotenos (α y β caroteno) y antocianinas. Estos últimos también aumentan gradualmente con la maduración y, además de desempeñar su función como pigmentos, constituyen fuentes de vitamina A y compuestos antioxidantes.

De acuerdo con la investigación de Youryon & Supapvanich (2017), coinciden en que la capacidad antioxidante puede ser resultado de la presencia de flavonoides y del contenido total de compuestos fenólicos. Además, señalan que la capacidad antioxidante de la cáscara de la fruta de banano se debe principalmente al contenido de galocatequina, el cual es cinco veces mayor en la cáscara en comparación con la pulpa, es por eso que la inclusión de cascarilla de banano al 2% en la variante dos provoca diferencias significativas a comparación de las otras variantes, en cuanto a la media de los valores de fenoles totales, DPPH y FRAP.

Según Sharma et al., (2016), se encontró que la pulpa cruda del fruto de piña contenía $22,5 \pm 0,04$ (mg GAE/g) de compuestos fenólicos totales, $76,98 \pm 0,03$ (mg QE/100 g) de flavonoides y $74,54 \pm 0,1$ (mg/100 g) de ácido ascórbico que fue mayor que la observación realizada por Saikia, Mahnot y Mahanta (2016). Se encontró que la actividad antioxidante en términos de actividad eliminadora de DPPH era $64,31 \pm 0,02$, así mismo al evaluar las propiedades fitoquímicas de las láminas de pure de piña obtenidas mediante cocción por extrusión a una temperatura de $68,10^{\circ}\text{C}$, los valores experimentales de contenido fenólico total, contenido de

ácido ascórbico, contenido de flavonoides y actividad antioxidante fueron 46,91 mg GAE/100 g, 51,97 mg/100 g, 48,75 µg de quercetina/g y 95,95%, respectivamente.

Según la investigación llevada a cabo por Rubiano-Charry., et al. (2019), se desarrolló un rollo comestible utilizando pulpa de mango mediante un diseño experimental que variaba la incorporación de ácido ascórbico (0,3-0,5% p/p) y cáscara de mango deshidratada (1-3% p/p). Las propiedades fisicoquímicas y sensoriales fueron consideradas como respuestas. La formulación óptima se estableció como sigue: 0,5% de ácido ascórbico, 1% de cáscara de mango, y la adición de ácido cítrico 0,5%, azúcar 3,5%, maltodextrina 10%, CMC 1%, y pulpa 83,5%. Los rollos fueron obtenidos mediante secado convectivo hasta alcanzar una humedad del 24% b.h. Este enfoque resultó en la creación de un producto con calidad destacada (pH 4,39, aw 0,8275, humedad 23,47% b.h; Además, presentó contenidos significativos de sustancias bioactivas, como vitamina C (48,38mg/100g) y polifenoles (con una capacidad antioxidante del 63,63%). Esto evidencia que la inclusión de compuestos bioactivos como la cáscara de mango y la cáscara de banano influye positivamente en la cantidad de polifenoles. A pesar de someterse a procesos de temperatura de secado que no superan los 50°C, demostrando que su contenido de vitaminas, fenoles y antioxidantes no disminuirá de manera significativa.

La presencia de ácido ascórbico o vitamina c realizado a la muestra numero 2 con resultado puntual de 2,05 mg/g resultó ser menor que el resultado presentado por Bravo, J. (2022) en laminados de mango y piña, que reporta valores de 0,692 g/g MS, esto podría deberse a las diferentes condiciones de humedad, procesamiento y porcentajes de adición de ácido ascórbico en la formulación de las láminas del presente estudio.

La pérdida de vitamina C, o ácido ascórbico, debido a la influencia de la temperatura, ha sido extensamente documentada en una variedad de frutas y verduras (Al Fata et al., 2018; Rybarczyk-Plonska et al., 2014). Además, esta degradación puede ser influenciada por factores

adicionales como el pH, la exposición a la luz, la presencia de oxígeno, la actividad enzimática y los cambios en la actividad del agua (Phillips et al., 2016).

La descomposición del ácido ascórbico también está asociada con la actividad de enzimas como la oxidasa y peroxidasa del ácido ascórbico: la primera enzima facilita la oxidación del ácido ascórbico en presencia de oxígeno, lo que conduce a la formación de ácido deshidroascórbico y agua; mientras que la segunda enzima cataliza la reducción del peróxido de hidrógeno por el ácido ascórbico, resultando en la generación de agua y ácido deshidroascórbico (Dbrowska et al., 2007).

Según Phillips et al. (2016), se observó que un pH ácido (detectado en este estudio) puede resultar en la desactivación de enzimas como la oxidasa del ácido ascórbico, lo que contribuye a reducir su degradación. Saipei y Hwa (2014) señalan que la adición de azúcar puede disminuir la pérdida de vitamina C, lo que sugiere que, en el presente estudio, aumentar la cantidad de sacarosa en la formulación podría ser crucial para mantener niveles significativos de vitamina C.

Según Barazarte., et al (2015), los laminados de guayaba presentan un contenido de fibra dietaria que oscila entre el 6% y el 10%, lo cual los posiciona como una innovación en el ámbito nacional y una alternativa prometedora para suplir este tipo de nutrientes. La cantidad de fibra encontrada en estos laminados permite etiquetarlos como una "Buena fuente de fibra" en sus envases, ya que su contribución a las recomendaciones diarias se sitúa entre el 10% y el 19%. Además, al analizar los valores de fibra dietaria obtenidos en la muestra número 2, que registró un contenido del 7,94%, se observa que se encuentra dentro de un rango adecuado para cubrir los requerimientos diarios recomendados. Por tanto, este producto de fruta laminada se presenta como una excelente opción desde el punto de vista nutricional.

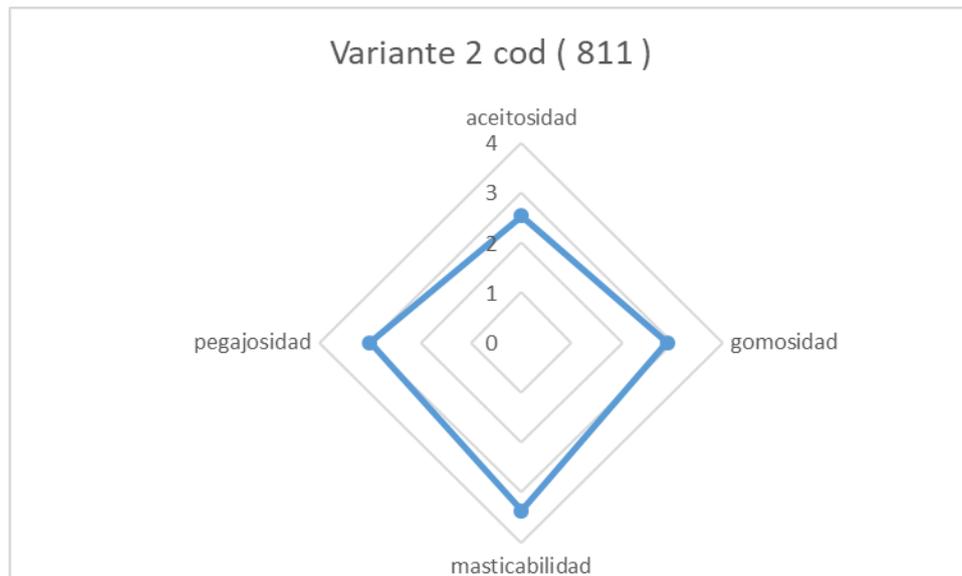
En la tabla 19 se puede observar que el calcio es el mineral que más predomina en el laminado, seguido del magnesio ya que son minerales que van unidos al tejido vegetal y no se pierden completamente por lixiviación o pérdida de contenido de agua, al contrario del potasio y los otros minerales que son móviles y se pierden con facilidad por lixiviación, debido a su alta solubilidad en agua (Ahmed & Ali, 2013).

Estos resultados validan la decisión tomada durante el diseño del producto donde se decidió seleccionar a la variante dos como la mejor formulación desde el punto de vista sensorial. Con esta valoración se ha definido que esta formulación además tiene una calidad química superior dado que presenta los valores más altos respecto al contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante medida por ambos métodos, lográndose incluir 1,5 % de ácido ascórbico y 2% de cascarilla en esta fórmula.

3.8 Evaluación de la calidad sensorial del producto formulado.

En la figura 3 se presentan los resultados de la valoración sensorial de los descriptores utilizados para representar el atributo textura en la formulación seleccionada. Como se puede observar en la gráfica, el nivel de intensidad empleado va desde 1 (bajo) hasta 5 (intenso). En la figura 3 se evidencia que la aceitosidad obtuvo una puntuación de 2,5, lo que se traduce en un descriptor con intensidad media, al igual que la gomosidad con una puntuación de 2,9 de intensidad. La masticabilidad y la pegajosidad, sin embargo, puntúan más alto 3.3 y 3 respectivamente.

Figura 3. Grafica radial de atributos sensoriales



En un estudio similar se menciona que el análisis sensorial realizado donde sus atributos a estudiar fueron la textura, aceptabilidad global, sabor residual y color (Pacheco & Elizabeth., 2015) este estudio reportó que la pegajosidad, gomosidad y aceitosisidad son atributos relacionados con la textura producto.

Según Merino fausto., (2002) en su investigación de un laminado de fruta mediante análisis obtuvo una pegajosidad con un rango de (3,5 – 4-9) valores similares obtenidos en el presente estudio,

CONCLUSIONES

- Los análisis químicos realizados a las pulpas mostraron que se trabajó con frutas con un grado de maduración 5 en ambos casos (maduro).
- La formulación seleccionada incluye los siguientes ingredientes. Pulpas (76.9%), agua (5%), azúcar (12%), cascara de banano (2%), pectina (1.5%), emulgente (0.1%), aceite (1%), ácido ascórbico (1.5%).
- La formulación seleccionada demostró capacidad antioxidante posiblemente atribuible al contenido de compuestos fenólicos y a la inclusión de vitamina C
- El análisis sensorial de perfil de textura demostró que se trata de un producto masticable y pegajoso con mediana gomosidad y aceitosidad

RECOMENDACIONES

- Evaluar la calidad microbiológica del producto, para determinar la inocuidad de este.
- Realizar un estudio de vida de estante para determinar el tiempo de vida útil del producto, considerando los posibles cambios en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Téllez, L.M., Jarquín Chávez, K.E., Robleto Mendoza, K. L., Pérez López, K.F. (2023). Alternativas Innovadoras para la elaboración y comercialización de alimentos saludables en el mercado nicaragüense ante las nuevas tendencias de consumo (Tesis de doctorado). Universidad Católica Redemptoris Mater, Managua, Nicaragua

Moreno Betancourt, A., León Rayo, D. F., Giraldo Giraldo, G. A., & Ríos Vásquez, E. (2010). Estudio de la cinética fisicoquímica del mango (*Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins) tratado por métodos combinados de secado. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/29688>

Assumi, S., Singh, P. T., & Jha, A. K. (2021). Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). Tropical Fruit Crops: Theory to Practical.(Ghosh, SN and Sharma, RR Eds). Jaya Publishing House, New Delhi, India, 487-541.

Al Fata, N., Georgé, S., Dlalal, N., & Renard, C. (2018). Influence of partial pressure oxygen on ascorbic acid degradation at canning temperature. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 49, 215-221.

Barazarte, H., Sangronis, E., Moreno, I., Garmendia, C., Mujica, Y. (2015). Efecto del tipo y concentración de azúcar sobre la aceptabilidad de laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 30(3), 77-84. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652015000300008&lng=es&tlng=es

Barazarte, H., Sangronis, E., Moreno Pérez, I. M., Garmendia Guedez, C. A., & Mujica, Y. J. (2015). Laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 65(4), 225–233. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222015000400003&script=sci_arttext

Barazarte Barazarte, H. E., Sangronis, E., Moreno Pérez, I. M., Garmendia Guedez, C. A., & Mujica, Y. J. (2015). Laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 225-233.

Bonilla, B. (2021). Extracción asistida por enzimas de compuestos fenólicos a partir de cáscara de mango *Mangifera indica* var. Tommy Atkins (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Muluaem, T., Semman, N., & Etana, G. (2021). Physico-chemical and sensory characterization of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr) varieties in Southwest Ethiopia. *Agrotechnology*, 10, 219.

Bustos, A. (2022, 1 de febrero). Ecuador se posiciona como el primer país exportador de piña en América del Sur - PortalFruticola.com. PortalFruticola.com. Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/02/02/pina-ecuatoriana-exportaciones/>

Cedeño, J., Zambrano, J. (2014). Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador

Cáceres, P. A. (2022, 26 de enero). Ecuador se posiciona como el primer país exportador de piña en América del Sur. *Economía | Noticias | El Universo*. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-se-posiciona-como-el-primer-pais-exportador-de-pina-en-america-del-sur-nota/>

Quiñónez, L., Quiñónez, B., Custode, J., Rodríguez, J. (2021). Diversificación geográfica de las exportaciones de mango ecuatoriano. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII (Número Especial 3), 432-442.

Cala, L., Sánchez, M., García Torres, D. (2017). Aspectos farmacológicos de la lecitina de soya y sus posibles aplicaciones médicas. *MediSan*, 21(1), 83-95.

Carrillo-Tomalá, C., & Díaz-Torres, R. (2020). Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica* L. *Revista Ciencia UNEMI*, 13(32), 69-77.

Chaudhary, V., Kumar, V., Singh, K., Kumar, R., & Kumar, V. (2019). Pineapple (*Ananas comosus*) product processing: A review. *Journal of pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4642-4652.

Pereira Costa, D., de Andrade Avelar da Silva, R., Nunes Clímaco, G., Kelly Lima Hunaldo, V., Hunaldo dos Santos, L., & Santos Melo Lobato, J. (2020). Elaboration of mixed nectar of mango and passion fruit. *Research, Society and Development*, 9(9), e299997190. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7190>

Dbrowska, G., Kata, A., Goc, A., Szechyńska-Hebda, M., & Skrzypek, E. (2007). Characteristics of the plant ascorbate peroxidase family. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 49 (1), 7-17.

Domínguez, C. R. (2011). Contenido de compuestos bioactivos y su contribución a la capacidad antioxidante durante la maduración de piña cv. «esmeralda» (Tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Sonora, México.

Drosdovech, J. (2021, 6 de julio). Agua de Piña. Broke Bank Vegan. Recuperado de <https://brokebankvegan.com/agua-de-pina/>

Espinoza, C. (2023, 16 de noviembre). Envíos 2023-24 de mango ecuatoriano son «supremamente bajos». PortalFruticola.com. Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/11/17/exportaciones-de-mango-ecuatoriano-dramaticamente-bajas-este-ano/>

Evans, D. (2024, 1 de enero). Los principales países productores de mango en el mundo | 2024. es.ripleybelieves.com. Recuperado de <https://es.ripleybelieves.com/top-mango-producing-countries-in-world-1499>

Zambrano, A. (2022). Manejo agronómico del cultivo de mango (*Mangifera indica*), para Exportación en el Ecuador. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13273/E-UTB-FACIAG-AGROP-000013.pdf?sequence=1>

García, G. (2022, 26 de septiembre). Innovan un bioplástico de hoja de piña para envasado de alimentos. THE FOOD TECH - Medio De Noticias Líder En La Industria De Alimentos Y Bebidas. Recuperado de <https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/innovan-un-bioplastico-de-hoja-de-pina-para-ensado-de-alimentos/>

Gómez, D., Bayona, A, Goenaga, R. (2005). Relación entre variables indicadoras de maduración del mango de hilacha (*mangifera indica*) (Tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá, Colombia.

Guerrero G. (2018). Producción del mango ecuatoriano. Perspectiva. 1-P. https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp-content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018_1-P.pdf

Bravo, J. (2022). Desarrollo y caracterización fisicoquímica de una lámina comestible a base de pulpa de mango (*Mangifera indica*) y piña (*Ananas comosus*) (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Plantasmania. (2023, 3 de junio). Descubre las deliciosas y diversas variedades de mango que existen en el mundo. Plantasmania. Recuperado de <https://www.plantasmania.com/variedades-de-mango/>

Salmerón, R. (2020, 7 de octubre). Vitamina C: Funciones en el organismo y fuentes alimentarias. El Popular. Recuperado de <https://web.mediasolutions.mx/Notas/?id=202010140957042892>

Martínez A., D. C., Sarmiento S., K., Suárez L., Mayra. (2022). Análisis de exportación de mango desde la Región Caribe colombiana hacia EE.UU. (Tesis de especialización). Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia.

Muriel, A. (2013). Desarrollo de un producto alimenticio: láminas de fruta deshidratada, utilizando pulpa de mora y manzana para Frozen Tropic Cía. Ltda (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Merino, F. (2002). Elaboración de láminas de fruta («fruit leathers») a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Moreira, R., & Uguña, I. F. (2018). Diagnóstico Base del Cultivo de Piña en Ecuador con Énfasis en el Cultivo del Cultivar “Criolla o Milagrena.” ResearchGate.

https://researchgate.net/publication/322665769_DIAGNOSTICO_BASE_DEL_CULTIVO_DE_PINA_EN_ECUADOR_CON_ENFASIS_EN_EL_CULTIVO_DEL_CULTIVAR_CRIOLLA_O_MILAGRENA

Molina, G., Freire, A. (2023). Caracterización físico-química de la cáscara de banano variedad Gros Michel (*musa acuminata*, AAA group) (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

NTE-INEN 380:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de sólidos. Método refractométrico. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0380.1986>

NTE-INEN 389:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de la concentración de ion de hidrógeno (pH). Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986>

NTE-INEN 381:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de la acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0381.1986/page/n1/mode/1up>

Muñoz Mora, N. M. (2023). Situación actual de la comercialización del cultivo de piña (Ananas comosus) en el Ecuador (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.

Pineda, J. A. (2023, 21 de junio). Plantas herbáceas. encolombia.com. Recuperado de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/plantas-herbaceas/>

Hereira, S. (2015). Caracterización reológica estática y dinámica de pastas untables conteniendo zarzamora (*Rubus fruticosus*) y evaluación de su capacidad antioxidante (Tesis de maestría). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Ciudad de México, México.

Pyrzynska, K., Pękal, A. (2013). Application of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) to estimate the antioxidant capacity of food samples. *Analytical Methods: Advancing Methods and Applications*, 5(17), 4288. <https://doi.org/10.1039/c3ay40367j>

Phillips, K., Council-Troche, M., McGinty, R., Rasor, A., & Tarrago-Trani, M. (2016). Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures. *Journal of Food Composition and Analysis*, 45, 147-162.

Quiróz, P., Quito, L., González, A., & Yanos, J. (2019). Limitantes para la industrialización de piña en el litoral ecuatoriano. *Pro Sciences*, 3(29), 65–73. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss29.2019pp65-73>

Rybarczyk-Plonska, A., Hansen, M., Wold, A., Hagen, S., Borge, G., & Bengtsson, G. (2014). Vitamin C in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) flower buds as affected by postharvest light, UV-B irradiation and temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 98; 82-89.

Schmidt, O. (2024, 1 de enero). Principales países productores de piña | 2024. es.ripleybelieves.com. Recuperado de <https://es.ripleybelieves.com/top-pineapple-producing-countries-499>

Statista. (2023, 12 de julio). Ranking de las frutas más producidas a nivel mundial en 2021. Recuperado de <https://es.statista.com/estadisticas/1308861/ranking-de-la-fruta-mas-producidas-a-nivel-mundial/>

Saipei, L., & Hwa, L. (2014). Study on the Kinetics of Vitamin C Degradation in Fresh Strawberry Juices. *Procedia Chemistry*, 9; 62-68

Yadav, D., Singh, S. (2017). Mango: History origin and distribution. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 1257-1262.

Zambrano Salvatierra, A. D. (2022). Manejo agronómico del cultivo de mango (*Mangifera indica*), para Exportación en el Ecuador (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.

Zapater, M., Aquino, V., Del Castillo, E., Lozano, E. (2020). Aportes a la morfología, reproducción y ecología de *Loxopterygium grisebachii*, (Anacardiaceae). *Caldasia*, 42(2), 250–262. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n2.81105>

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Cata de Aceptación y Rechazo

HOJA DE CATA

FECHA:

NOMBRE DEL PRODUCTO: SNACK LAMINADO DE FRUTAS.

Frente a usted tienen 4 muestras de un snack laminado de frutas con adición de cascavilla de banano como fuente de fibra y vitamina C, marque con una X según su nivel de agrado junto a cada muestra.

Número de muestra	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
245			
374			
418			
597			

COMENTARIOS:

Anexo 2. Hoja de Cata Perfil de Textura

HOJA DE CATA

FECHA:

NOMBRE DEL PRODUCTO: Snack Laminado De Frutas

Frente a usted tienen 4 muestras de un snack laminado de frutas con adición de cascavilla de banano como fuente de fibra y vitamina "C", de acuerdo a su degustación marque con una (x) donde el puntaje más alto será 5 y el más bajo será 1.

Aceitosidad

Muestras	Calificación				
	1	2	3	4	5
245					
374					
418					
597					

Gomosidad

Muestras	Calificación				
	1	2	3	4	5
245					
374					
418					
597					

Masticabilidad

Muestras	Calificación				
	1	2	3	4	5
245					
374					
418					
597					

Sabor

Muestras	Calificación				
	1	2	3	4	5
245					
374					
418					
597					

pegajosidad

Muestras	Calificación				
	1	2	3	4	5
245					
374					
418					
597					

Anexo 3: Resultado del análisis de minerales

CLIENTE : VEGA R. DIEGO / RUIZ M. JORY
REMITENTE : SRES. VEGA y RUIZ
PROPIEDAD: UTMACH
LOCALIZACIÓN: MACHALA - EL ORO

N° DE DOCUMENTO: 61836
FECHA/ MUESTREO: 28-02-2024
FECHA DE INGRESO: 28-02-2024
FECHA DE SALIDA: 11-03-2024



RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

N° LAB.	IDENTIFICACION MUESTRA	% EN MATERIA SECA					%				
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Na
34785	LAMINADO DE FRUTA	0,24	0,06	0,49	0,28	0,07	0,0011	0,0005	0,0069	0,0002	0,0269

METODOLOGIAS UTILIZADAS:

N : MICRO KJELDAHL
(K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, Na) DIGESTION HUMEDA Y ABSORCION ATOMICA
P : DIGESTION HUMEDA - UV COLORIMETRIA

BIOQ. MARTH MOREIRA L.
 JEFE DE LABORATORIO



ING. NARCISO PINO J.
 SERV. AL CLIENTE

* ESTOS RESULTADOS PUÉDEN SER SUJETOS DE COMPARACIÓN SIEMPRE Y CUANDO SE UTILICE LA MISMA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE ESTE LABORATORIO*

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente, es nuestro compromiso con la Humanidad"

Activar Wind
Vea Configuración

Km. 1. 1/2 (Antigua vía férrea) El Cambio - Machala • Telefax: (593) 7 2992184 • Cel. (593) 997650254

Anexo 4: Resultado de análisis de ácido ascórbico



Orden de trabajo N° 249318
 Informe N° 249318
 Hoja 1 de 2

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: DIEGO ALEXANDER VEGA RIVERA / JORY SAUL RUIZ MERIZALDE
Dirección: Anizaga y Bahuhoyo, Machala
Muestra: Laminado de fruta (piña y mango)
Descripción de la muestra: Lamina
Fecha Elaboración: 20 de febrero del 2024
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 28 de febrero del 2024
Lote: ---
Localización: ---
Envase: Funda ziploc
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 29 de febrero del 2024
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 29 de febrero - 03 de marzo del 2024
Fecha de emisión del informe: 13 de marzo del 2024
Condiciones ambientales: 22,5°C 43%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Vitamina C	mg/100g	HPLC	2,05

Dra. Cecilia Lazzariaga
 GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada, tal como fue recibida en LABOLAB.
 LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
 Los opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAI.



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceadas, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
 Av. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro. Tel.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503 / 3238-504 Cel.: 999 859 0412 / 099 844 2153 / 098 761 1591
 E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.lazzariaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
 www.labolab.com.ec Quito - Ecuador

Anexo 5: Resultado de análisis de fibra dietaría



Orden de trabajo N° 249328
Informe N° 249328
Hoja 2 de 2

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: DIEGO ALEXANDER VEGA RIVERA / JORY SAUL RUIZ
 Dirección: MERIZALDE
 Anzaga y Bahahoyo, Machala
 Muestras: Laminado de fruta (piña y mango)
 Descripción de la muestra: Lámina
 Fecha Elaboración: 20 de febrero del 2024
 Fecha Vencimiento: —
 Fecha de Toma: 28 de febrero del 2024
 Lote: —
 Localización: —
 Envase: Funda ziploc
 Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 29 de febrero del 2024
 Tema de muestra para: Cliente
 Fecha de realización del ensayo: 29 de febrero – 11 de marzo del 2024
 Fecha de emisión del informe: 13 de marzo del 2024
 Condiciones ambientales: 22,5°C 43%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Fibra dietaria	%	AOAC 985.29/AOAC 991.43	7.94

Cecilia Luzzuola
 Dra. Cecilia Luzzuola
 GERENTE GENERAL

El presente informe es válido solo para la muestra analizada, tal como fue recibida en LABOLAB.
 LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: almuerzos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
 Pco. Andrés Marín ET-29 y Diego de Almagro Telf.: 2383-225 / 2361-352 / 2334-583 / 2338-804 Cel.: 099 859 8412 / 099 944 2153 / 899 700 1581
 E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioscliente@laboratorio.com.ec / cecilia.luzzuola@laboratorio.com.ec / inform@labolab.com.ec
www.labolab.com.ec Quito - Ecuador