



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA**

CARRERA DE ALIMENTOS

Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogurt elaborado con la incorporación de cáscara de mango (*Mangifera indica*) de la variedad Tommy Atkins

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autora: Gloria Elizabeth Sisa Aguagallo

Tutor: Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizó la presentación de este Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 24 de julio de 2023

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

C.I: 1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gloria Elizabeth Sisa Aguagallo, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Gloria Elizabeth Sisa Aguagallo

C.I: 1850044486

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Gloria Elizabeth Sisa Aguagallo

C.I: 1850044486

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Ing. M. Sc Liliana Patricia Acurio Arcos

C.I: 1804067088

Ph. D. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

C.I: 1803321502

Ambato, 22 de agosto del 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo representa el esfuerzo y constancia de todo un núcleo familiar y es por aquello que plasmó mi dedicatoria más sincera y profunda a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, de manera especial a mi padre Manuel y a mi madre Rafaela por todo el tiempo y amor entregado a mi formación personal y profesional, por ser la bendición y guía en mi camino, por sus valores y consejos en virtud que tomando su ejemplo y sus palabras he trazado mi camino con optimismo, perseverancia, con fe y confianza en mí y en mi familia.

A mis hermanas Marina, Susana, Jeanneth, por ser un ejemplo, un modelo de vida y de hermandad, por el amor y paciencia con el que me han encaminado, por sus palabras de apoyo y confianza que me han fortalecido y motivado a superarme, motivación que ha acentuado el deseo de mi corazón y lograr culminar mi carrera universitaria.

A mis hermanas Lilian, Genny, a mis hermanos Christian y Javier por la alegría y felicidad entregada a mi existencia, por sus sonrisas y palabras de amor, que me han impulsado a ser mi mejor versión y buscar convertirme en un ser de ejemplo y superación hacia ustedes, mi familia a quien dedicó el presente y cada uno de mis logros.

AGRADECIMIENTO

En este momento de felicidad, en mi mente y en mi corazón solo puedo hallar un sincero sentimiento de gratitud en primer lugar con mi padre amado Dios, por haberme bendecido en mi vida, con mi familia, con salud, con felicidad y por haberme regalado la sabiduría y la oportunidad de prepararme profesionalmente y haber alcanzado el sueño que nació no solo en mi corazón, sino también en el corazón de mis padres y hermanos.

A mis padres por el sacrificio, paciencia y amor incondicional con el que me han educado, especialmente por el esfuerzo incansable que han dedicado a mi formación profesional, agradecida por siempre con ustedes padres de mi corazón por haber confiado en mí y por ser la luz de mi vida.

A mis hermanas y hermanos por haber cuidado de mis sentimientos y de mi bienestar, gratitud por su compañía y apoyo incondicional en mis momentos de felicidad y tristeza, por haberme enseñado que la familia es lo primero y haberme brindado la confianza de saber que siempre podré apoyarme en cada uno de ustedes.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por haberme brindado la oportunidad de formarme como una profesional de la carrera de Alimentos, por el conocimiento y los valores que me permitirán sobresalir en el mundo laboral.

Un sincero agradecimiento a mi Tutor, Dr. Diego Salazar, por haber aceptado ser mi guía en este proceso, en virtud que su conocimiento y apoyo permanente, me ha permitido culminar con mi trabajo investigativo. Asimismo, un especial agradecimiento a la Dra. Dayana Morales por su apoyo en la fase inicial del desarrollo de esta investigación.

A cada uno de mis docentes, que me han acompañado en mi trayecto académico, me han compartido sus conocimientos y experiencias, formándome como una excelente profesional.

A mis amigas y amigos, por ser aquellos seres que me brindaron alegría y apoyo en mi carrera universitaria, siempre los llevaré en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRAC	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Industria láctea en Ecuador.....	1
1.1.2 Industria del yogur en Ecuador.....	2
1.1.3 El yogur.....	3
Composición nutricional	3
Beneficios a la salud del yogur.....	4
1.1.4 El Mango.....	5
Mango variedad <i>Tommy Atkins</i>	5
1.1.5 Beneficios nutricionales del mango (<i>Tommy Atkins</i>)	9
1.1.6 Compuestos fitoquímicos	9
1.1.7 Capacidad antioxidante.....	10
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo General.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11

CAPÍTULO II	12
METODOLOGÍA	12
2.1 Materiales	12
2.2.1 Obtención de la harina de la cáscara de mango mediante el proceso de liofilización.....	12
Procesamiento de la materia prima.....	12
Liofilización de la cáscara de mango	12
2.2.2 Análisis de fibra, cenizas, humedad y actividad antioxidante del liofilizado de la cáscara de mango	13
Fibra.....	13
Cenizas	14
Humedad	15
Capacidad antioxidante	15
2.2.2 Desarrollo de un yogur de mango con la incorporación de harina de cáscara de mango	16
Elaboración del yogur	16
Mermelada de mango	16
2.2.3 Determinación de la composición proximal y capacidad antioxidante de yogur 16	
Fibra.....	16
Humedad	16
Cenizas	17
Grasa.....	17
Proteína.....	17
Carbohidratos totales.....	18

Valor energético	19
Capacidad antioxidante	19
CAPÍTULO III	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Análisis y discusión de resultados	20
3.1 Análisis preliminares	20
Parámetros de la leche	20
3.2 Obtención de la harina de cáscara de mango	20
3.3 Caracterización de la harina de cáscara mango	21
Humedad	21
Cenizas	21
Fibra dietética	21
Capacidad Antioxidante	22
3.4 Evaluación de las propiedades del yogur	22
3.4.1 Composición proximal del yogur	23
3.4.2 Color	25
3.4.3 Análisis sensorial	26
3.4.4 Capacidad Antioxidante	27
CAPITULO IV	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1 Conclusiones	29
4.2 Recomendaciones	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del yogur entero, descremado y frutado por cada 100 g de producto.....	3
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la leche	20
Tabla 3. Composición proximal y calórica del yogur elaborado con harina de cáscara de mango Tommy Atkins (CM) y yogur control.	23
Tabla 4. Resultados de la capacidad antioxidante del yogur control y yogur CM por el método ABTS.	39
Tabla 5. Resultados de la capacidad antioxidante de la harina de cáscara de mango por el método ABTS.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mango Tommy Atkins	6
Figura 2. Parámetros de color del yogur con 5 % de cáscara de mango (CM) y el yogur control.	26
Figura 3. Parámetros sensoriales del yogur control y yogur con harina de cáscara de mango al 5 % (CM).....	27
Figura 4. Capacidad antioxidante del yogur control y yogur con harina de cáscara de mango (CM). Las letras minúsculas a y b representan las diferencias significativas ($p < 0,05$) de CA de forma decreciente obtenidas por la prueba de Tukey.	28
Figura 5. Liofilización de la cáscara de Mango	38
Figura 6. Cáscara de mango liofilizada.....	38
Figura 7. Harina de cáscara de mango.	38
Figura 8. Medición de absorbancias del yogur	38
Figura 9. Solución trolox para elaboración de la curva de calibración.....	38
Figura 10. Curva de calibración patrón trolox por ABTS.	38
Figura 11. Resultados de análisis de LACONAL.....	40

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Porcentaje de fibra dietética total.....	13
Ecuación 2: Peso del blanco para fibra	14
Ecuación 3: Porcentaje de cenizas totales.....	14
Ecuación 4: Porcentaje de grasa.....	17
Ecuación 5: Porcentaje de nitrógeno.....	18
Ecuación 6: Porcentaje de proteína	18
Ecuación 7: Porcentaje de carbohidratos	19

RESUMEN EJECUTIVO

La cáscara de mango es un subproducto de la industria alimentaria que posee excelentes propiedades nutricionales y bioactivas como es la fibra y antioxidantes con andantes beneficios en la salud, sin embargo, a pesar de sus propiedades es desechada como desperdicio generando contaminación ambiental.

Durante el proceso se liofilizó la cáscara de mango durante 48 horas para posteriormente realizar una molienda hasta obtener una harina fina. La harina de cáscara de mango mostró un contenido elevado de fibra y alta capacidad antioxidante. Para la elaboración del yogur, la harina se disolvió en la leche antes de la pasteurización y se fermentó hasta alcanzar un pH de cercano a 4,6, finalmente se enfrió. El yogur luego de 24 horas se batió y se incorporó mermelada de mango con la finalidad de saborizar el producto. El análisis proximal mostró valores altos con respecto al yogur control en parámetros como la fibra, carbohidratos y calorías totales, mientras que la humedad y proteínas fueron mayores en el yogur control. En los parámetros de cenizas y grasa no se observó diferencias significativas. Por otro lado, la capacidad antioxidante del yogur con adición de harina fue como se esperaba más alto en comparación con el control.

Los resultados mostraron que la inclusión de harina de cáscara de mango permite obtener un yogur nutritivo y con buenas características sensoriales, a su vez se da el aprovechamiento de residuos agroindustriales que favorece a la gestión ambiental.

Palabras clave: Yogur; Capacidad Antioxidante; Productos Lácteos; Fermentación, Cáscara de mango

ABSTRAC

The mango peel is a by-product of the food industry that has excellent nutritional and bioactive properties such as fiber and antioxidants with many health benefits, however, despite its properties, it is discarded as waste, generating environmental pollution.

During the process, the mango peel was freeze-dried for 48 hours to subsequently grind until a fine flour was obtained. The mango peel flour showed a high fiber content and high antioxidant capacity. For the elaboration of the yogurt, the flour was dissolved in the milk before pasteurization and fermented until reaching a pH close to 4.6, finally it was cooled. Yogurt after 24 hours was beaten and mango jam was added in order to flavor the product. The proximal analysis showed high values with respect to the control yogurt in parameters such as fiber, carbohydrates and total calories, while moisture and protein were higher in the control yogurt. No significant differences were observed in the ash and fat parameters. On the other hand, the antioxidant capacity of flour-added yogurt was as expected higher compared to the control.

The results show that the inclusion of mango peel flour allows obtaining a nutritious yogurt with good sensory characteristics, in turn the use of agro-industrial waste that favors environmental management.

Keywords: Yoghurt; Antioxidant Capacity; Dairy products; Fermentation; Mango peel

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Industria láctea en Ecuador

La producción de leche y sus derivados, en Ecuador empezaron a producirse de manera rústica poco después de la conquista española debido a la introducción de la ganadería para la producción de leche (CIL, 2015). En el año 1900 inicia la industrialización láctea, respondiendo al crecimiento de la demanda de leche, se introducen ejemplares de vacas que muestren un índice alto de producción de leche, llegando a un volumen de 12 litros diarios por cabeza de ganado (CIL, 2015; Torres Gutiérrez, 2018). Sin embargo, el crecimiento de esta industria empezó en el año 1938 cuando se adoptó el proceso de pasteurización, desde entonces y hasta la actualidad su desarrollo se ha incrementado notablemente, adoptando nuevas técnicas y tecnologías en su procesamiento (Torres Gutiérrez, 2018).

En el año 2018 se observó que la producción de leche se distribuye a lo largo de todo el país, observándose una mayor producción a la región Sierra con un volumen que representa el 74 %, seguida de la Costa con el 18 % y finalmente la Amazonia con el 8 % (CIL, 2018; Contero et al., 2021). Por otro lado, las provincias con mayor producción son Pichincha con el 22 %, equivalente a 1104852 L/día, seguida de Manabí y Azuay con el 9 % con un valor de 451985 L/día, y Cañar con el 8 % equivalente a 401764 L/día (CIL, 2018). La producción de leche para el año 2022 según datos del INEC fue de 5,7 millones de L/día, de los cuales aproximadamente el 53 % de litros se procesaron de manera formal, el 37 % se destinó al autoconsumo y el 10 % es abarcado por el mercado artesanal. La leche procesada formalmente representa 3021000 L/día de los cuales un 37 % se distribuye para elaboración de queso, un 19 % para leche en funda, 16 % para leche en cartón, un 9 % para leche en polvo, 15 % para yogur y 3 % para otros derivados lácteos (Alvarado, 2017; CIL, 2018, 2022).

1.1.2 Industria del yogur en Ecuador

El yogur en el país se producía rústicamente, en el año 1960 aparece escasamente en presentación de yogur natural y ya para el año 1980 industrias lácteas Toni S. A. empezó la producción masiva de este producto (Tapia Romero, 2022). Su consumo se intensificó debido a las propiedades nutricionales y beneficios a la salud que se le atribuían a este alimento, es así que dadas las características y requerimientos de la población mediante la aplicación de nuevas tecnologías y métodos de procesamiento sus presentaciones y tipos de producto han variado y se los puede encontrar para casi todos los requerimientos que la población exige (Tapia Romero, 2022). El yogur más consumido es del tipo bebible y con sabores tradicionales como fresa, durazno y mora, a pesar de que existe un sinnúmero de sabores disponibles en el mercado existen personas que se mantienen en los sabores tradicionales y se resisten a un cambio en el sabor (Tapia Romero, 2022). Por otro lado, el yogur tiene un segmento de mercado amplio que va desde los niños hasta los adultos mayores, una de las razones principales de su consumo es el beneficio a la salud digestiva, inmunológica y en la prevención de afecciones cardiovasculares (González, 2021).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el año 2019 determinó que del total de la producción de yogur corresponde a un 18 % a yogur en presentación natural, el 71 % a yogur saborizado y el 21 % a otros tipos de yogur. La producción de leche destinada a la industria del yogur bordea los 453150 L/día correspondiente al 15 % de leche procesada formalmente en 2022 (CIL, 2022). Los mayores productores a nivel internacional son industrias Toni S.A en consorcio con Nestlé con un 25 % y Alpina en consorcio con Kiosco con 18 %. Por otro lado, están las medianas y pequeñas empresas productoras de las cuales las más representativas son Rey Yogur con 11 %, Nutri Leche con 8 % y Chivería con 5 %, mientras que el 33 % corresponde a las demás empresas (Intendencia de la Abogacía de la Competencia, 2021). En términos de consumo, la ciudad de Guayaquil representa la ciudad con el porcentaje (44,9 %) más alto de consumo, seguido de Quito con un 29 %, el otro 26,1 % abarca las demás ciudades del país, donde las zonas que menos consumen son las rurales debido a la economía, cultura y capacidad adquisitiva (Tualombo Calispa, 2020).

1.1.3 El yogur

El yogur es un producto lácteo que posee una digestibilidad elevada, con textura viscosa y apariencia de gel que se produce al coagular la leche mediante la acidificación realizada por bacterias ácido lácticas (BAL) de los géneros *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* las cuales actúan de manera simbiótica para proporcionarle las propiedades reológicas y nutritivas (Farang et al., 2022). Actualmente, los yogures muestran la adición de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* con el fin de que se lo considere como un alimento probiótico (Savaiano & Hutkins, 2021).

Composición nutricional

Los nutrientes presentes en el yogur dependen del tipo, componentes, aditivos y materia prima que se utilicen en su producción. Muestra variaciones de acuerdo a las condiciones de procesamiento y valor nutricional de todos sus ingredientes.

Tabla 1. Composición nutricional del yogur entero, descremado y frutado por cada 100 g de producto.

Compuesto	Entero	Descremado	Frutado
Macronutrientes			
Calorías (cal)	72	64	98
Carbohidratos (g)	4,9	6,5	18,6
Proteína (g)	3,9	4,5	5
Grasa (g)	3,4	1,6	2,5
Micronutrientes			
Vitaminas (mg)			
Vitamina A	140	70	-
Vitamina C	-	0,7	-
Minerales (mg)			
Ca	145	150	176
P	114	118	153
Na	47	51	-
K	186	192	254

Fuente: (Bracamonte & Diaz, 2022; Ortiz, 2021)

Los nutrientes del yogur (Tabla 1) son de alta calidad biológica, las proteínas cuentan con aminoácidos esenciales de fácil digestividad y péptidos con propiedades inmunoreguladoras, antimicrobianas, hipocolesterolémicas y antihipertensivas de gran

importancia (Bracamonte & Diaz, 2022). Por otro lado, los carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales son esenciales para el cumplimiento de actividades biológicas de los seres humanos, en el yogur con frutas la cantidad de vitamina C y A no tienen un valor definido ya que depende de la fruta a usar, lo mismo sucede en varios minerales (Remache, 2022). Existe una gran variedad de yogures alrededor del mundo y su clasificación depende de varios factores, dificultando la categorización a todos dentro de un solo parámetro (Farag et al., 2022). El yogur bebible es un yogur de baja consistencia que puede partir tanto de leche entera como descremada, su característica principal es la fluidez que presenta, ya que durante su batido se le puede agregar concentrados de fruta y azúcar, o a su vez colorante y azúcar que permiten la disminución de la viscosidad (Walter et al., 2021). Este tipo de yogur es el más consumido en Ecuador, teniendo en cuenta que los productos con concentrados de fruta natural son los más apetecibles, ya que los consumidores lo asocian con un grado nutricional superior, buscando de esa manera productos lo más naturales posibles con un mínimo de aditivos artificiales (Bracamonte & Diaz, 2022).

Beneficios a la salud del yogur

Uno de los principales beneficios que se le atribuye a esta bebida es la mejora de la digestibilidad asociado al aumento de la microbiota intestinal, según estudios su consumo tiene un impacto positivo en el tratamiento de diarrea leve y crónica en infantes de 4 a 24 meses de edad, debido principalmente a las propiedades inmunológicas y antimicrobianas que posee. Además, se ha reportado que reduce el riesgo de contraer dermatitis atópica si el consumo es en cantidades pequeñas y 7 veces al día (Donovan & Rao, 2019).

Estudios demuestran que la obesidad y diabetes tipo 2 se contrarrestan con el consumo de yogur natural, ya que disminuye el índice glucémico, la masa corporal y la circunferencia de la cintura, también previenen dichas enfermedades si se consume regularmente (Barengolts et al., 2019). Por otro lado, disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión arterial, arritmia y paro respiratorio gracias al contenido de minerales como Ca, Mg, K y contenido de péptidos antihipertensivos (Wade et al., 2021). Varios estudios han reportado el impacto positivo

del yogur en el tratamiento del estreñimiento y colitis, favorece a la disminución del cáncer gracias al contenido de vitaminas especialmente la vitamina C por lo cual se denomina como alimento anticancerígeno (Zakaria et al., 2020). Durante la pandemia del año 2020 se reportó en un estudio que disminuye el riesgo de contraer Covid-19 gracias a su contenido de péptidos bioactivos que proporcionan propiedades antivirales, antiinflamatorias y antitrombóticas. Por estos y más beneficios a la salud el yogur es un alimento que no puede faltar en la dieta diaria ya que sus nutrientes son esenciales en el diario vivir previniendo un sinnúmero de enfermedades que cada día cobran vidas (Gouda et al., 2021).

1.1.4 El Mango

El mango es un fruto tropical nativo de la India, muy demandado por su inigualable sabor y nutrientes, pertenece a la familia Anacardiaceae y su nombre científico es *Mangifera indica L.*, cuenta con más de 1000 variedades a nivel mundial y a lo largo del tiempo se ha empezado su producción en diversas partes del mundo especialmente en lugares tropicales. Según, Lebaka et al. (2021) la producción de mango a nivel mundial es predominante en este siglo llegando a producirse en el año 2019 aproximadamente 51 millones de toneladas.

En Ecuador, se ha reportado aproximadamente 50 variedades de mango, su producción está concentrada en la región costa del Ecuador y abarca alrededor de 18 mil hectáreas de terreno con una producción aproximada de 82246 toneladas, siendo Guayas la provincia con mayor producción con un valor de 80834 toneladas, de la cuales la mayor parte está ocupada por especies de exportación como las variedades *Kent*, *Tommy Atkins* y *Haden* (Guerrero, 2018; Infoagro, 2018; Mango Ecuador, 2017).

Mango variedad *Tommy Atkins*

El mango anatómicamente está clasificado como una fruta (Figura 1) compuesta por exocarpio, endocarpio y endocarpio. La cáscara del mango (exocarpio) característico por ser grueso y liso, de color verde cuando esta inmadura y cuando está maduro varia su color de rojo, naranja o amarillo. La carne o pulpa (mesocarpio) es la parte comestible,

jugosa y fibrosa de color amarillo-naranja, y un hueso (endocarpio) el cual cubre la semilla de este fruto (Lenucci et al., 2022).

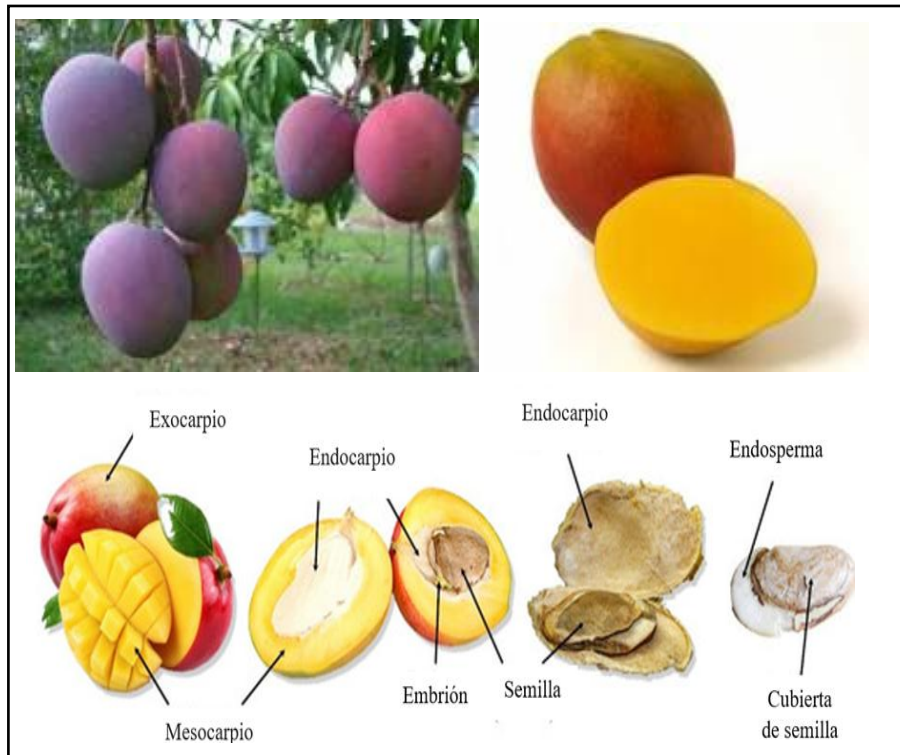


Figura 1. Mango *Tommy Atkins*

Fuente: (Lenucci et al., 2022)

El mango *Tommy Atkins* es una variedad de mango muy apreciada industrialmente por su gran tamaño, el contenido de pulpa oscila entre 67 y 77 % del peso total, además por su gran firmeza es idónea para soportar grandes distancias de transporte. Por otro lado, se caracteriza por ser un fruto climatérico, lo que facilita su cosecha en estado verde especialmente con fines de exportación (Lebaka et al., 2021). La calidad organoléptica de su pulpa, agregado a su aroma y color intenso hacen de esta variedad de mango una de las preferidas tanto para consumo natural como para procesamiento de alimentos ya que sus propiedades organolépticas son excepcionales (Lenucci et al., 2022).

Esta variedad es utilizada en la industria alimentaria para procesar distintos productos como mermelada, jugo, néctar, puré, encurtidos, salsa picante, mango deshidratado, congelado, en almíbar, snacks crujientes y rebanadas enlatadas. Por otro lado, la cáscara de mango es usado en la elaboración de harina con la finalidad de obtener una materia prima que le proporcione calidad nutricional a pastas, pan, fideo, galletas, bizcochos y panqueques (Lebaka et al., 2021; Lenucci et al., 2022).

El mango es un fruto con una composición nutricional elevada por su gran cantidad de nutrientes los cuales varían dependiendo de la variedad, estado de madurez, ubicación geográfica, condiciones climáticas y nutrientes del suelo. De manera general, los nutrientes presentes en el mango se pueden clasificar en dos grandes grupos como son los micronutrientes y los macronutrientes (Lebaka et al., 2021).

Pulpa de mango

La pulpa es la parte más abundante del mango, llegando a representar entre un 50 y 60 % del total del fruto, siendo fuente de varios compuestos funcionales y nutritivos (Lebaka et al., 2021). Con respecto a los macronutrientes, la pulpa contiene entre el 16 y 18 % de carbohidratos tales como glucosa, sacarosa y fructosa en su estado maduro, mientras que en su estado verde contiene pectina y almidón (Lenucci et al., 2022). Además, presenta entre el 1,7 y 5,5 % de proteínas las cuales están comúnmente constituidas por aminoácidos como el ácido glutámico, lisina, treonina, metionina, glicina, prolina, arginina, leucina y valina. También, posee ácidos orgánicos como el ascórbico, cítrico, málico, oxálico, succínico y tartárico, los cuales son fundamentales organolépticamente (Lebaka et al., 2021; Sumaya et al., 2012). (Lebaka et al., 2021) Los lípidos por su parte están presentes entre un 0,8 y 1,36 %, de cual un gran porcentaje está constituido por triglicéridos y en baja cantidad se encuentran los monoglicéridos y diglicéridos. Otro macronutriente contenido en la pulpa es la fibra.

Por otro lado, los micronutrientes contenidos en la pulpa de mango son las vitaminas entre las cuales se encuentran en mayor concentración la vitamina A en cantidades entre 1000 a 6000 UI (Lebaka et al., 2021). La vitamina C con un valor promedio de 64,4 mg, la vitamina B, E y K se presentan en cantidades menores con valores de 2,5 mg, 1,3 mg

0,0042 mg respectivamente. Mientras que los minerales presentes son boro 0,06 - 1,06 mg, calcio 11 mg, cobre 0,04 - 0,32 mg, hierro 0,16 mg, fósforo 14 mg, magnesio 10 mg, selenio 0 - 0,6 mg y zinc 0,09 mg, teniendo en cuenta que estos valores están referenciados por 100 g de peso del mango fresco (Lenucci et al., 2022; Sumaya et al., 2012).

La pulpa de mango contiene también ácidos fenólicos como el ácido ferúlico 33,75 mg, clorogénico 0,96 - 6,20 mg, vainílico 1,63 mg, gálico 2,98 mg, ácidos cafeícos 0,10 mg y mientras que los polifenoles más representativos son catequina 1,7 mg, proantocianidina 1,8 mg, quercetina 2,2 mg (Lebaka et al., 2021). Los compuestos fitoquímicos característicos por su actividad antioxidante son los siguientes flavonoides; ácido tánico, kaempferol, catequina 1,72 -1,57 mg, quercetina, epicatequina 0,15 mg y antocianinas (Lenucci et al., 2022).

Desechos del mango

Los desechos del mango son la cáscara y su semilla que comprende entre el 30 y 40 % del peso total del fruto (Rubiano et al., 2019). Varios estudios han reportado que se producen alrededor de 75000 mT de desechos de mango al año a nivel mundial (Rubiano et al., 2019). Mientras que en Ecuador, según Veloz (2019) en su estudio realizado a 3 empresas de pulpa de la ciudad de Quito se encontró un desperdicio de 71760 kg/año.

La cáscara del mango a pesar de ser considerada como un desperdicio o desecho posee varios nutrientes de mayor calidad y en cantidades superiores al de la pulpa, contiene compuestos bioactivos, polifenoles y carotenoides (Lebaka et al., 2021). En términos de macronutrientes contiene carbohidratos totales (28 %), proteínas (3,6 %), lípidos totales (2,2 %), fibra dietética (40 - 72,5 %) (Lebaka et al., 2021). Además, la cascara está compuesta de micronutrientes como minerales y vitaminas, Entre los minerales se encuentra calcio 150 mg, hierro 40,6 mg, magnesio 100 mg, potasio 75 mg, sodio 50 mg, zinc 1,7 mg, cobre 10,4mg y las vitaminas son Vitamina C 18 - 257 mg, vitamina A 0,1 mg y vitamina E 0,25 - 0,59 mg (Lebaka et al., 2021; Sumaya et al., 2012).

Con respecto a la composición fitoquímica de la cáscara de mango el contenido de polifenoles oscila entre 55 – 110 mg/g en peso seco y varían de acuerdo a la madurez de la fruta obteniendo así niveles de polifenoles más altos en un mango maduro (Lenucci et al., 2022). Los polifenoles más representativos son galato de mangiferina 321 mg, mangiferina 169 mg, galato de isomangifererina 82 mg, isomangifererina 13,4 mg, mientras que los flavonoides se encuentran en un rango de 19,9 - 75,4 mg (Lebaka et al., 2021). Por lo anterior, se le atribuye propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, hipocolesterolemicas, entre otras que benefician a la salud, previniendo enfermedades cardiovasculares, intestinales, así mismo el cáncer, leucemia, daño al ADN y un sinnúmero de enfermedades más (Lenucci et al., 2022; Wall et al., 2015).

1.1.5 Beneficios nutricionales del mango (*Tommy Atkins*)

Los compuestos nutricionales del mango le confieren varios beneficios para la salud humana como anticancerígeno, antiinflamatorio, antimicrobiano, antidiabéticos, protector de neuronas, protectores de la epidermis, antienvjecimiento y permite un funcionamiento celular adecuado. Además, este fruto tiene efecto antiproliferativos con respecto a líneas celulares de cáncer en el ser humano (Castro et al., 2019). El mango tiene una alta cantidad de fibra dietética que permite realizar diversos procesos fisiológicos y gastrointestinales, por ende, cumple un rol muy relevante en la prevención y tratamiento del estreñimiento, obesidad, enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon y colesterol (Lenucci et al., 2022). Mientras que el contenido de carotenoides en el mango está relacionado a la biosíntesis de provitamina A, de esta manera permite prevenir distintas enfermedades ligadas a la deficiencia de vitamina A, por esta razón es importante incluirla en la dieta alimenticia. También, este fruto al tener un alto porcentaje de humedad presenta propiedades de hidratación, siendo el agua fundamental para llevar a cabo distintos procesos biológicos (Lebaka et al., 2021).

1.1.6 Compuestos fitoquímicos

Los compuestos fitoquímicos son compuestos químicos generado por las plantas como metabolitos secundarios para protegerse de amenazas del entorno como estrés, depredadores, infecciones, ente otros (Gasaly et al., 2020). A su vez, son subproductos

de procesos biológicos realizados durante su desarrollo como ejemplo los carotenos que brindan color a frutas o verduras. Estos compuestos a pesar de no ser considerados como nutrientes generan beneficios a la salud en procesos fisiológicos y evitando enfermedades crónicas no transmisibles las cuales son responsables del 68 % de muertes a nivel mundial, entre estas se puede citar la diabetes, cáncer, enfermedades cardiovasculares o respiratorias, entre otras (Eleazu et al., 2012; Gasaly et al., 2020). Entre los fitoquímicos más comunes se puede citar los fitoesteroles, fenoles, carotenoides, flavonoides, antiocianidinas, entre otras. Se han detectado muchas especies químicas de estos compuestos y dependiendo de la fruta o verdura a la que pertenece, pero aún no existe una clasificación que abarque a todos y cada uno de ellos (Chen & Blumberg, 2008).

1.1.7 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se refiere a la eficacia de compuestos químicos denominados antioxidantes para atrapar radicales libres que son causantes de patologías relacionadas con el estrés oxidativo (N Etsuo, 2010). La reducción de peróxido de hidrógeno e hidroperóxidos, eliminación de especies reactivas, secuestro de iones metálicos, y reparación de daños son los roles que cumplen los antioxidantes, siendo la capacidad de atrapar radicales libres uno de los beneficios más apreciados y estudiados actualmente (N Etsuo, 2011).

La capacidad antioxidante del mango *Tommy Atkins* se le atribuye en mayor medida a su contenido de polifenoles que poseen la capacidad de eliminar los radicales libres al transferir átomos de hidrógeno, así mismo, su contenido de vitamina C, tocoferoles y carotenoides presentes tanto en la pulpa como en la cáscara brindan capacidades antioxidantes de alto valor (Lenucci et al., 2022). Guerra et al. (2019) desarrollaron películas desintegradoras orales incorporando principios activos de la cáscara de mango *Tommy Atkins*, encontrando un contenido fenólico alto entre 436 a 726,4 $\mu\text{mol TE/g}$. Rivera Vizúete (2020) en su estudio de la cáscara de mango de tres variedades, obtuvo 3,55 mg/ 100 g de carotenoides en la cáscara de mango *Tommy Atkins*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar la capacidad antioxidante de un yogurt elaborado con la incorporación de cáscara de mango (*Mangifera indica*) de la variedad Tommy Atkins.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Obtener harina de la cáscara de mango mediante el proceso de liofilización.
- Realizar el análisis de fibra, cenizas, humedad y actividad antioxidante del liofilizado de la cáscara de mango.
- Desarrollar un yogurt de mango con la incorporación de harina de cáscara de mango.
- Determinar la composición proximal y actividad antioxidante del yogurt.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

El mango (*Mangifera indica*) de la variedad *Tommy Atkins* fue adquirido en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua. La leche cruda que se utilizó se recolectó del caserío de Misquilli de la Parroquia Santa Rosa del cantón Ambato.

2.2 Métodos

2.2.1 Obtención de la harina de la cáscara de mango mediante el proceso de liofilización.

Procesamiento de la materia prima

Para la obtención de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) de la variedad *Tommy Atkins* se utilizó el método realizado por Serna et al. (2015) con modificaciones. Los frutos se lavaron con agua potable y se sumergieron en una solución acuosa de hipoclorito de sodio (100 ppm) por 10 min, luego se secó el exceso de agua y se peló con un cuchillo de cocina previamente desinfectado con hipoclorito de sodio (200 ppm). La cáscara se recolectó en un recipiente limpio y desinfectado, posteriormente se cortó la cáscara en cuadrados de aproximadamente un 1 cm por lado y se congeló en un ultracongelador PANASONIC a - 80 °C por 48 horas.

Liofilización de la cáscara de mango

La cáscara de mango congelada se deshidrató por 48 horas en un liofilizador Bench Top Pro, luego se molió en un molinillo por aproximadamente 3 minutos y finalmente se empacaron en fundas herméticas para almacenarlo en un lugar fresco y seco.

2.2.2 Análisis de fibra, cenizas, humedad y actividad antioxidante del liofilizado de la cáscara de mango

Fibra

Para la determinación de fibra dietética se empleó el método Gravimétrico- Enzimático detallado en la norma AOAC 985.29 (2019). En un vaso de precipitación con varillas de agitación se pesó 1 g de muestra y se añadió buffer fosfato hasta alcanzar un pH de 6. Posteriormente, se colocó 50 uL de la enzima alfa-milasa y se llevó al baño termostático por 30 minutos a 92 °C, a continuación se retiró del baño termostático y se enfrió hasta temperatura ambiente. Seguido se añadió NaOH 0,275 M hasta llegar a pH 7,5, luego se añadió 100 uL de la enzima proteasa y se llevó al baño termostático por 30 minutos a 60 °C. Luego, se agregó ácido clorhídrico hasta llegar a pH 4,0 - 4,6, colocar 200 uL de la enzima amiloglucosidasa y se llevó al baño termostático por 30 minutos a 60 °C. Luego, se añadió 150 mL de alcohol al 95 % y reposar por 1 hora, el proceso se realizó por duplicado en cada una de las muestras

Para el proceso de filtración, se pesó crisoles de vidrio sintetizado y se colocó 0,5 g de celite. En una mufla se calcino el celite por una hora y luego se colocó en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente. Los crisoles se introdujeron en el sistema de filtración de fibra y se filtró las muestras mediante vacío y presión. Luego se lavó tres veces con 20 mL de alcohol al 78 %, posteriormente se lavó dos veces con 10 mL de alcohol al 96 %.

Se sacó el crisol de sistema de filtración de fibra y se llevó a una estufa a 105 °C por 12 horas, se enfrió y pesó. Luego se tomó la primera replica y se realizó la determinación de proteína y con la segunda se realizó cenizas. La fibra se obtuvo mediante las siguientes fórmulas:

Ecuación 1: Porcentaje de fibra dietética total

$$FDT \% = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} - P - A - B}{\frac{m_1 + m_2}{2}} * 100$$

Donde:

R_1 = peso del residuo de m_1 (g).

R_2 = peso del residuo de m_2 (g).

m_1 = peso de la muestra 1 (g).

m_2 = peso de la muestra 2 (g).

A = peso de las cenizas de R_1 (g).

P = peso de la proteína de R_2 (g).

B = Blanco (g).

Ecuación 2: Peso del blanco para fibra

$$B = \frac{BR_1 + BR_2}{2} - BA - BP$$

Donde:

BR= residuo del blanco (g).

BA= cenizas del blanco de BR_2 (g).

BP= proteína del blanco BR_1 (g).

Cenizas

Se utilizó el método de incineración detallado en la norma INEN 520 (2013). Se calentó el crisol en la mufla a 550 °C por 30 min, se enfrió en el desecador por 30 minutos y se pesó. A continuación, se pesó 3g de la muestra y se colocó en el crisol previamente pesado, el crisol con muestra se colocó en una mufla a 550 °C hasta que se tenga una ceniza de color gris claro por aproximadamente 30 minutos. Posteriormente se sacó el crisol con la muestra de la mufla y se enfrió en un desecador por 30 minutos para finalmente ser pesada en la balanza analítica, este proceso se realizará por triplicado. Se calculó el porcentaje de cenizas totales con la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Porcentaje de cenizas totales

$$\% \text{ Cenizas Totales} = \frac{100 * (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Donde:

m_1 = masa del crisol vacío (g).

m_2 = masa del crisol con la muestra (g).

m_3 = masa del crisol con las cenizas (g).

H = porcentaje de humedad en la muestra

Humedad

Se realizó mediante la metodología utilizada por Bustillos (2022), se pesó 3g de la muestra y se colocó en una balanza de humedad. Posteriormente se cerró el equipo por aproximadamente 10 minutos hasta que termine de determinar la humedad y se anotó los resultados que aparecieron en la pantalla del equipo.

Capacidad antioxidante

La actividad antioxidante se evaluó por el método de ABTS, Primero, se preparó un concentrado de la muestra, para lo cual se pesó 1 g en una celda de plástico la cual se colocó en un agitador magnético por 10 minutos, posteriormente se colocó en un baño ultrasónico por 10 minutos a 27 °C y luego en una centrifuga por 10 minutos a 5000 rpm. Con el sobrenadante se realizó el proceso anterior por 3 veces más. La curva de calibración se realizó con solución madre Trolox (ácido (±) - 6- hidroxil - 2,5, 7,8 - tetrametilcromat - 2 - carboxílico), en tubos eppendorf se colocó 200, 300, 400, 500, 600, 700 y 800 $\mu\text{mol/L}$ de solución trolox, la cual fue aforada hasta 1000 μL con buffer fosfato pH 7. Se dejó en reposo en un lugar oscuro por 45 minutos y se midió las absorbancias, para posteriormente graficar la curva de calibración.

Se mezcló la solución activada de ABTS y la solución de persulfato de potasio en proporción 1:1 (v / v). Después de 1 día se midió la absorbancia de la solución de trabajo de ABTS previamente preparada, y se diluyó con tampón fosfato hasta obtener una absorbancia de aproximadamente $1,1 \pm 0,01$ a 734 nm. Después se colocó 50 μL de las muestras en tubos de eppendorf y 950 μL de la solución de trabajo ABTS. La solución se dejó reposar durante 45 min y se midió la absorbancia final a 734 nm utilizando un espectrofotómetro. La actividad antioxidante de la muestra se obtuvo interpolando la absorbancia en una curva de calibración previamente elaborada con un estándar Trolox (0–800 $\mu\text{mol Trolox/L}$). Se trabajó por triplicado.

2.2.2 Desarrollo de un yogur de mango con la incorporación de harina de cáscara de mango

Elaboración del yogur

Para la elaboración del yogur se utilizó la metodología de Bayona and Pinilla (2015) con ligeras modificaciones. Se realizó la recepción de la leche entera cruda y se procedió a una filtración, a continuación, se realizó el dosificado de harina de cáscara de mango en un porcentaje del 5 % en relación con la leche. Se mezcló bien y se pasteurizó a 63 °C por 30 min, posteriormente, se enfrió al ambiente hasta los 40 °C y se inoculó el fermento láctico liofilizado (0,01023 g/L). Se incubó a 40 °C por 7 horas, después, se refrigeró por 24 horas entre 0 y 5 °C y se realizó un batido donde se incorporó el 5 % de mermelada de mango. Finalmente, se almacenó a temperatura de refrigeración.

Mermelada de mango

Para la elaboración de la mermelada se utilizó el método detallado por Dubey et al. (2021) con ligeras modificaciones. Se partió de una formulación base de proporción 1:1 fruta- azúcar, se peló y extrajo 1 kg de pulpa de mango. A continuación, se colocó en una olla y se inició la cocción a 85 °C por 10 minutos. Se añadió a la pulpa la mezcla de 500 g de azúcar y 5 g ácido cítrico. Posteriormente, se coció por 20 minutos y se añadió la mezcla de azúcar 500 g y pectina 5 g. Se concentró la mezcla por 30 minutos hasta 65 °Brix. Finalmente se envasó en un envase de vidrio a 85 °C para generar vacío (Awulachew, 2021).

2.2.3 Determinación de la composición proximal y capacidad antioxidante de yogur

Fibra

Para la determinación de la fibra se siguió la metodología de la norma AOAC 985.29 (2019), en forma análoga al proceso realizado para la harina de mango.

Humedad

Para el análisis de humedad se siguió la metodología empleada por (Bustillos, 2022), en forma análoga al proceso realizado en la harina de mango.

Cenizas

Para el análisis de cenizas de yogur se siguió la metodología de la norma INEN 520 (2013); en forma análoga al proceso realizado para la harina de mango.

Grasa

Se determinó el contenido de grasa según la norma AOAC 2003.06 (2019). En un matraz se pesó 3 gramos de muestra y se agregó 75 ml de ácido clorhídrico 3N. A continuación, se llevó a una plancha de calentamiento hasta ebullición por 1 hora y se enfrió por 30 minutos, una vez frío se filtró con papel filtro hasta llegar a pH 7. Luego, se secó el papel filtro por 1 minuto en una estufa y se colocó en el dedal. El dedal con la muestra se introdujo en el interior del equipo Analizador de Gasa a 125 °C y se colocó un vaso de aluminio con 50 mL de éter de petróleo cubriendo los dedos. Se dejó hirviendo la muestra en el equipo por 40 minutos, luego se realizó el lavado por 60 minutos y se recolectó el solvente por 30 minutos. Se pesó y finalmente se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo de porcentaje de grasa:

Ecuación 4: Porcentaje de grasa

$$\% \text{ Grasa} = \frac{W_2 - W_0}{W_1} * 100$$

Donde:

W_0 = peso del vaso de aluminio

W_1 = peso de la muestra

W_2 = vaso de aluminio y grasa

Proteína

Para la determinación de la proteína se utilizó la metodología de la norma AOAC 991.2 (2019) empleando el método Kjeldahl. Para la digestión, en un tubo Kjeldahl se colocó 1 g de muestra, una pastilla Kjeldahl y 15 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 98 %. Se agitó con cuidado y se dejó en el digestor Kjeldahl 1 hora a 400 °C, luego se sacó a la campana de gases y se dejó enfriar por 30 minutos.

Para la destilación se añadió 70 mL de agua destilada al tubo Kjeldahl y en un matraz aparte se colocó 30 mL de ácido bórico 4 %. Se conectó al aparato de destilación de

proteína Vaporest ambos recipientes en su lugar respectivo. Se programó el equipo con 10 segundos de suministro de NaOH y 390 segundos de destilación. Se recogió el lavado en el matraz que inicialmente contenía el ácido bórico y se tituló con ácido clorhídrico (HCl) 0,1007 N hasta la obtención del color rosa inicial del ácido bórico. Se anotó el volumen gastado de HCl (se requiere de un blanco) y se calculó el porcentaje nitrógeno. Finalmente utilizando el valor de conversión 6,25 se calculó el valor de proteína de la muestra.

Ecuación 5: Porcentaje de nitrógeno

$$\%N = \frac{1,401 \cdot 0,1 \cdot (V_s - V_b) \cdot K}{P}$$

Ecuación 6: Porcentaje de proteína

$$\% P = K * FP$$

Donde:

% N: contenido de nitrógeno de la muestra (% m)

% P: porcentaje de proteína

V_s= volumen de ácido clorhídrico (mL)

V_b= volumen de ácido clorhídrico del ensayo en blanco (mL)

K: constante de normalización HCl 0,1N

P: peso de la muestra, (g)

FP: factor de conversión de proteína (6,25)

Carbohidratos totales

Los carbohidratos se obtuvieron mediante una diferencia entre el 100 % que representa a la totalidad de la composición proximal y el valor de cenizas, humedad, fibra, proteína y grasa (FAO, 2003).

Ecuación 7: Porcentaje de carbohidratos

$$\% C = 100 \% - (\text{grasa} + \text{proteína} + \text{cenizas} + \text{humedad} + \text{fibra}) \%$$

Valor energético

El valor energético se evaluó por el método recomendado por FAO (2003), expresando los resultados en Kcal/ 100 g. El promedio de cada componente se multiplico por el valor de calorías específico teniendo así que proteína (x4), grasa (x9), carbohidratos (x4) y fibra (x2).

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se evaluó por el método de ABTS empleado por Samaniego et al. (2020).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis y discusión de resultados

3.1 Análisis preliminares

Parámetros de la leche

En la tabla 2 se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda que se utilizó en la presente investigación. Los resultados muestran una composición características de una leche cruda cuyos parámetros permiten el desarrollo de un producto con características estables.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la leche

Parámetros	Leche
Grasa (%)	2,56
Sólidos no grasos (%)	6,59
Proteína (%)	2,44
Lactosa (%)	3,17
Temperatura (°C)	25,4
pH	6,50

3.2 Obtención de la harina de cáscara de mango

La harina de cáscara de mango que se obtuvo fue entera ya que no se sometió a ningún tipo de tamizado con el fin de mantener la mayor cantidad de fibra propia de la piel de mango, asimismo, se utilizó un empaque hermético y aluminizado. Es importante considerar que la harina debe mantenerse en un lugar fresco y seco con el fin de evitar la absorción de humedad del ambiente hacia la harina provocando daños en su calidad física y microbiológica, además el aluminizado evito el paso de la luz que podría provocar oxidación y una disminución drástica de la capacidad antioxidante por su exposición prolongada a la luz (Lee et al., 2019).

3. 3 Caracterización de la harina de cáscara mango

Humedad

La humedad es un parámetro que está ligado a la calidad de las harinas ya que mientras más bajo sea su valor, menos probabilidad de deterioro por microorganismos existe. En Ecuador no existe una normativa específica para la harina de cáscara de mango, sin embargo la INEN 616 (2006) indica que el valor máximo de humedad en una harina de trigo es de 14 %. En este sentido se toma como referencia el valor de humedad el sugerido para la harina de trigo. La humedad obtenida en la harina de mango fue de $5,76 \pm 0,65$ %, este resultados permite establecer que se encuentra dentro de los parámetros permitidos y que posiblemente no existiría la posibilidad de contaminación. Resultados similares se obtuvieron por Bandyopadhyay et al. (2014) en harina de cáscara de mango con un valor de humedad de $5,9 \pm 0,56$ %, mientras Martín et al. (2020) obtuvo un valor de humedad de $3,93 \pm 0,72$ en la harina de cáscara de mango *Ataulfo*.

Cenizas

La cuantificación de cenizas es un parámetro de calidad muy importante de las harinas ya que determinan su pureza, esta representa la fracción de compuestos inorgánicos presentes en la muestra (Czaja et al., 2020; Liu, 2019). En la harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* se obtuvo un contenido de cenizas de $3,41 \pm 0,38$ %, su alto contenido se debe probablemente a la gran cantidad de minerales que posee el mango en la cáscara como es el cobre, calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio y zinc según lo reportado por Aguirre Durán and Socha Moreno (2020). Resultados similares se obtuvieron por Martín et al. (2020) en harina de pericarpio de mango *Ataulfo* con un valor de cenizas de $3,56 \pm 0,16$. Por otro lado, Bandyopadhyay et al. (2014) en harina de cáscara de mango (MPP) y harina de semilla de mango (MKP) obteniendo valores de $4,2 \pm 0,32$ para MPP y $2,1 \pm 0,14$ para MKP, resultados diferentes a los obtenidos en este estudio.

Fibra dietética

La fibra dietética se ha asociado a la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles que cobran la vida de muchas personas cada año, por ello la inclusión de fibra en alimentos procesados es una buena estrategia para lograr cubrir la dosis

recomendada de 25 g/día (mujeres) y 38 g/día (hombres) (Soliman, 2019). La fibra dietética encontrada en la harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* fue de 55,6 %, un valor bastante alto en comparación con las harinas integrales de trigo comúnmente usadas en muchos productos alimenticios, Elichalt et al. (2017) determinó que la harina de trigo integral contiene 14,8 % como máximo de fibra dietética total. Por otro lado, Girón et al. (2015) encontraron datos similares al analizar harina de cáscara de mango y naranja a diferentes temperaturas de proceso (25 °C, 40 °C y 80 °C), los investigadores obtuvieron $57,35 \pm 1,26$ % a 80 °C de fibra dietética total (FDT), este valor supera a la harina de cáscara de naranja con un valor de $47,28 \pm 1,77$ % a la misma temperatura. De la misma manera se observa en el estudio realizado en harina del pericarpio de mango *Ataulfo* por Martín et al. (2020) el cual obtuvo un valor de 57,22 % de FDT.

Capacidad Antioxidante

La capacidad antioxidante (CA) de la harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* fue de $585,74 \pm 3,9$ μmol Equivalente Trolox (ET)/g muestra determinado mediante la metodología ABTS, este valor se considera alto en comparación con los valores reportados por Dubey et al. (2021) en su estudio de la capacidad antioxidante de la piña que reportó valores de $6,45 \pm 0,65$ μmol ET/g para la harina de toda la piña y $5,84 \pm 1,29$ μmol ET/g en la harina de cáscara. Resultados de CA más altos se obtuvieron por Mendoza et al. (2019) en la harina cáscara de papa galeana que presentó un valor de 734,98 μmol ET/g, así mismo Cachay et al. (2022) en la harina de cáscara de cladodios de tuna verde se obtuvo una capacidad de antioxidantes de 2585 μmol ET/g.

3.4 Evaluación de las propiedades del yogur

El tiempo de fermentación es uno de los parámetros importantes en el desarrollo de bebidas fermentadas como el yogur. Debido a la naturaleza de la leche y las bacterias ácido lácticas puede variar de 4 a 8 horas. El yogur control (sin adición de harina) tuvo una duración de la fermentación de 6 horas hasta alcanzar un pH cercano a 4,6, mientras que el yogur con cáscara de mango tardó 7 horas con 30 minutos para alcanzar el mismo pH. El efecto sobre el tiempo podría deberse a la presencia de fibra que tiene el yogur ya que podría ralentizar el proceso de fermentación debido a las estructuras de la fibra

como compuestos leñosos que son complejos o se fermentan en cantidades pequeñas (Marand et al., 2020).

3.4.1 Composición proximal del yogur

En la tabla 3 se muestran los resultados de la composición proximal y calórica del yogur elaborado con harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* (CM) y yogur control. Los resultados permiten evidenciar diferencias significativas ($p < 0,05$) en varios parámetros de las dos muestras de yogur. En el parámetro de humedad se observa que el yogur en el que se incluyó harina presentó un valor inferior al del yogur control, esto se debe a que la adición de harinas es inversamente proporcional a la humedad que presenta el yogur, ya que el almidón y la fibra soluble forman enlaces con el agua convirtiéndose en geles que retienen el agua disponible, bajando el porcentaje de humedad (Setiarto et al., 2022). Diferentes resultados se encontraron por Zahid et al. (2022) quienes desarrollaron un yogur con prebióticos, harina de cáscara de plátano (2 %) y harina de cáscara de mango (2 %), obteniendo una humedad que osciló entre $69,72 \% \pm 3,61$ y $76,01 \% \pm 3,61$. Según Haq et al. (2019) la humedad de un yogur debe ser menor de 84 %, caso contrario la textura característica de este producto será inadecuada, en el caso del yogur control la humedad supera este valor presentando una viscosidad muy baja, debido probablemente al tipo de pasteurización, contenidos de sólidos en la leche que no permitió el desarrollo de una viscosidad elevada.

Tabla 3. Composición proximal y calórica del yogur elaborado con harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* (CM) y yogur control.

Parámetros	Control	Yogur CM
Humedad (%)	$89,16 \pm 0,05^a$	$84,40 \pm 0,46^b$
Proteína (%)	$2,79 \pm 0,05^a$	$2,32 \pm 0,05^b$
Grasa (%)	$2,55 \pm 0,05^a$	$2,65 \pm 0,05^a$
Ceniza (%)	$0,75 \pm 0,03^a$	$0,86 \pm 0,05^a$
Fibra dietetic (%)	$4,35 \pm 0,05^b$	$5,61 \pm 0,05^a$
Carbohydrates (%)	$0,40 \pm 0,17^b$	$4,16 \pm 0,40^a$
pH	$4,85 \pm 0,05^a$	$4,78 \pm 0,05^a$

Calorías (Kcal/100g)	44,42±0,2 ^b	61,00±0,2 ^a
Calorías de la grasa (Kcal/100g)	22,95±0,45 ^a	23,85±0,4 ^a
Calorías de carbohidrato y fibra (Kcal/100g)	10,31±0,2 ^b	27,87±1,7 ^a
Calorías de Proteína (Kcal/100g)	11,16±0,20 ^b	12,76±0,20 ^a

Los valores son la media \pm desviación estándar. Las letras a y b representan las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre muestras en relación a la composición proximal de forma decreciente obtenidas por la prueba de Tukey.

Por otra parte, en el contenido de proteína se observa diferencias significativas ($p < 0,05$), los resultados muestran que el yogur control supera al yogur con harina de cáscara de mango. Este resultado se debe probablemente a los procesos térmicos que pueden desnaturalizar a la proteína, en este caso la leche fue sometida a un proceso de pasteurización, además el yogur CM tienen un pH menor y la acidificación es otro de los factores que contribuye a la disminución del contenido de proteínas (Tapia Romero, 2022). Zahid et al. (2022) en su estudio de yogur con probióticos y 2 % de harinas de cáscaras de frutas, obtuvieron un valor de $2,19 \% \pm 0,14$ en el yogur con harina de cáscara de plátano y $2,15 \% \pm 0,13$ con harina de cáscara de mango, superando al yogur control que tuvo $1,56 \pm 0,16$, teniendo en cuenta que se utilizó leche semidescremada.

La grasa y cenizas por su parte no presentaron diferencias significativas entre el yogur control y el yogur con harina de cáscara de mango, sin embargo el yogur con adición de harina obtuvo un valor de grasa y cenizas ligeramente superior al de la muestra control debido a que la cáscara de mango en materia seca presenta alrededor del 2,2 % de grasas y también posee múltiples minerales. Resultados similares en el yogur con adición de harina de cáscara de plátano y yogur con adición de harina de cáscara de mango (Zahid et al. (2022).

Por otro lado, los valores de fibra mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), el yogur con harina de mango como se esperaba tiene un valor más alto que el control. Esto debido a la adicción de harina integral de mango la cual contienen alrededor de 55,6 %. Este valor es más alto que el reportado por Gutiérrez et al. (2022) en la elaboración de un yogur tipo griego con harina de plátano, obtuvieron 1 g de fibra dietética por cada

100 g de producto. Manzoor et al. (2019) desarrollaron un yogur con harina de cáscara de papaya Hawaiana y Calimosa, obteniendo valores de 4,05 y 4,84 % respectivamente, estos valores son bajos en comparación con los obtenidos en la presente investigación. Así mismo, Popescu et al. (2022) elaboraron yogures con harina de orujo y cáscara de manzana (0,2 a 1 %), obteniendo valores bajos de fibra que van de 0,13 a 0,63 %.

Finalmente, las calorías totales muestran una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el yogur con harina de cáscara de presenta un contenido calórico más alto y está relacionado con la composición de la harina de mango que le transfiere sus propiedades al yogur. Probablemente esta diferencia se debe a que las calorías en carbohidratos y fibra es mucho mayor en relación a la muestra control. Por otro lado, el yogur con cáscara de mango al adicionarse la harina incremento su valor energético llegando a tomar un valor similar al encontrado en yogures enteros que giran alrededor de 60, 83 Kcal /100 g. Por lo tanto, el yogur obtenido es un producto con muchas características nutricionales y alta cantidad de fibra que beneficiara a la salud del consumidor, además de proporcionar energía. Los resultados del presente estudio difieren a los reportados por Manzoor et al. (2019) en yogur con cáscara de papaya hawaiana y Calimosa, cuyo valores fueron de 119 kcal/100 g para el yogur con harina de cáscara de papaya hawaiana y 139,23 kcal /100 g para yogur con harina de cáscara de papaya Calimosa.

3.4.2 Color

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos de L* luminosidad, a* tendencia al rojo y b* tendencia a amarillo. En la figura 2 se observa que en el yogur con adición de harina la luminosidad disminuyó significativamente en relación al control, este comportamiento se podría atribuir a que los sólidos totales aumentan y la luminosidad se disipa (Salazar Garcés, 2022). El parámetro a* de tendencia a los tonos rojos muestra un valor $1,18 \pm 0,12$, muestra una ligera tendencia al color rojo mientras que el control con un valor negativo tiende a tonos verdes. Por otro lado, los valores del parámetro b* aumentaron y muestran tendencia a los tonos amarillos, debido probablemente al contenido de carotenoides y antocianinas propias que presenta la harina de cáscara de mango. Resultados similares se obtuvieron por Jimenez et al. (2022) quienes elaboraron yogur de un microencapsulado de pigmentos de *Maas de Renealmia alpinia* (Rottb.)

utilizando maltodextrina y goma arábica, la luminosidad disminuyó, mientras b^* aumento por los pigmentos amarillos de la harina. Por otro lado, Hernández et al. (2019) elaboraron yogur con la incorporación del 0,05 y 0,1 % de harinas de cáscara y mucilago de tuna roja, los resultados mostraron que la luminosidad decreció al incorporar las harinas, mientras la tendencia al rojo a^* creció por el color de la materia prima.

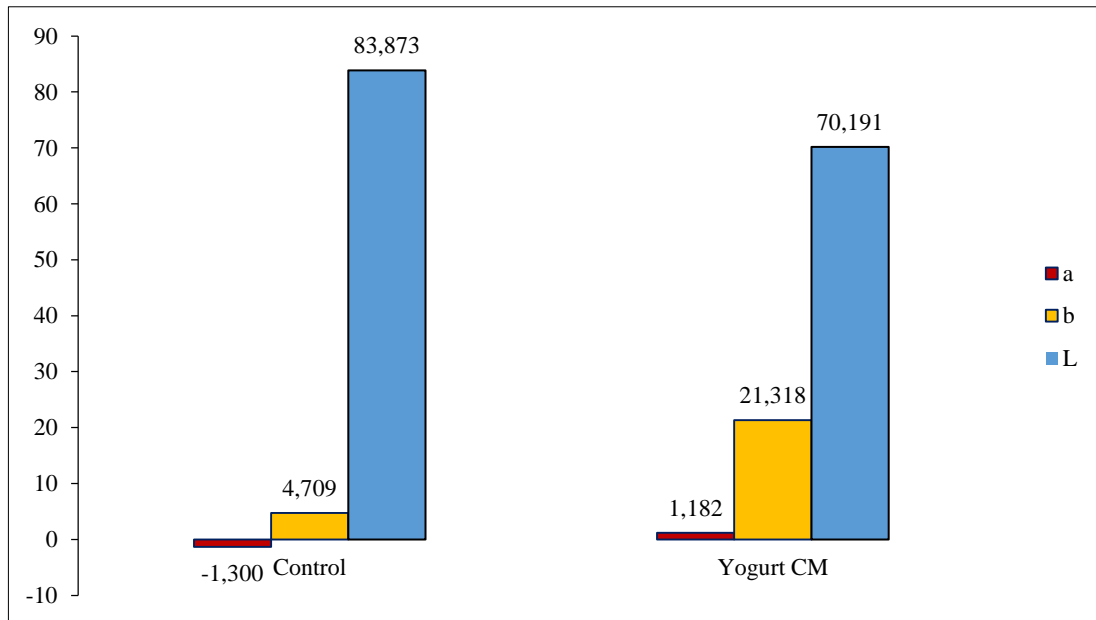


Figura 2. Parámetros de color del yogur con 5 % de cáscara de mango (CM) y el yogur control.

3.4.3 Análisis sensorial

El análisis sensorial busca determinar la aceptabilidad de un producto nuevo o con adición de nuevos ingredientes por parte de los consumidores, de tal forma que se encuentre una viabilidad o no al producto antes de que saque al mercado, para evitar pérdidas económicas. En la figura 3 se muestran los resultados de los parámetros evaluados sensorialmente. Los parámetros evaluados como el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad mediante una escala hedónica mostraron que el yogur con mayor aceptabilidad fue el yogur con harina de cáscara de mango. De manera similar sucede con el parámetro de sabor, sin embargo, en color el control tuvo la puntuación más alta de los parámetros evaluados. Por otro lado, en parámetros de olor y textura no se

observó diferencia significativa. Manzoor et al. (2019) elaboraron un yogurt con adición de cáscara de papaya Hawaiana y Calimosa en diferentes concentraciones (1,5 % y 3 %), el yogurt con 1,5 % de harina de papaya Hawaiana tuvo mayor aceptabilidad en todos los parámetros sensoriales excepto en textura. Así mismo Popescu et al. (2022) realizaron yogures con orujo de manzana en diferentes concentraciones (0,2 a 1 %) obteniendo valores de aceptabilidad en todos su parámetros superiores al yogurt control.

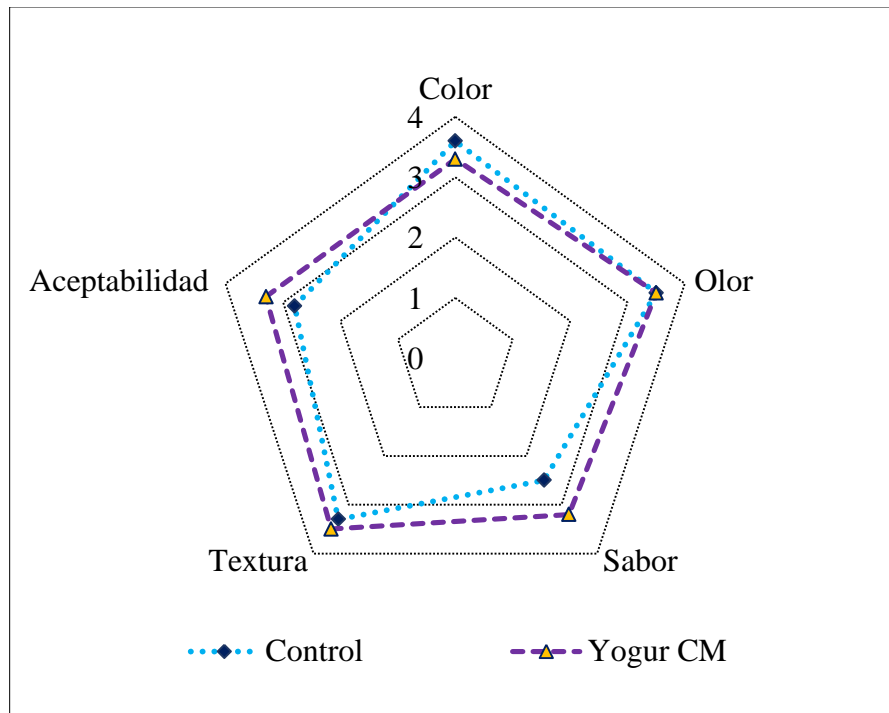
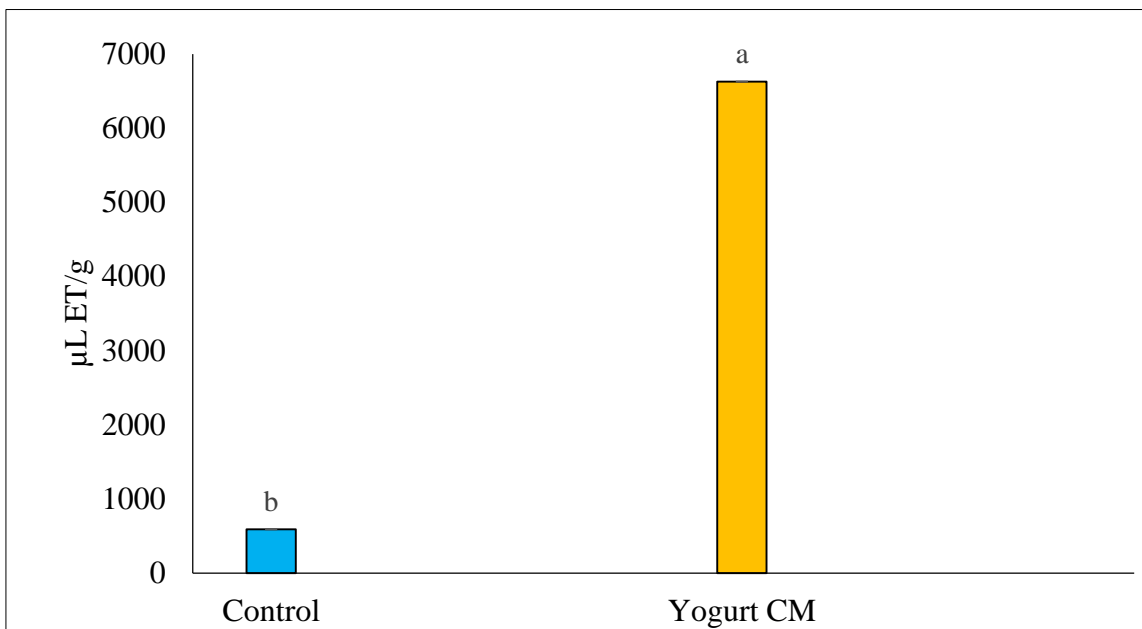


Figura 3. Parámetros sensoriales del yogurt control y yogurt con harina de cáscara de mango al 5 % (CM).

3.4.4 Capacidad Antioxidante

En la figura 4 se observa los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante del yogurt. Los resultados claramente muestran en el efecto de la adición de harina de cáscara de mango en la capacidad antioxidante, la muestra control con valores bajos (592,00 $\mu\text{mol ET/L}$) en comparación con el yogurt con harina de cáscara de mango (6629,33 $\mu\text{mol ET/L}$). El yogurt con harina de mango supera en un 91 % la capacidad antioxidante al yogurt control, este resultado se debe a la cantidad de antioxidantes como

fenoles, flavonoides, carotenoides y antocianinas que contiene la cáscara de mango. Además, Zhao et al. (2021) mencionan que el proceso fermentativo influye positivamente en el incremento de la capacidad antioxidante, ya que las bacterias ácido-lácticas facilitan la liberación de antioxidantes presentes en estructuras complejas como la fibra, y que durante la fermentación se convierten en estructuras más simples a pesar de que su fermentación es poca debido al tiempo que el yogur requiere para este proceso. Zahid et al. (2022) encontraron en el yogur con adición de cáscara de banano, una capacidad antioxidante de 440 $\mu\text{mol ET/L}$ y 1270 $\mu\text{mol ET/L}$ de en el yogur con adición de cáscara de mango. Estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio, atribuido principalmente a la dosis utilizada en el presente estudio que fue de 5



% y el estudio fue de 2 %.

Figura 4. Capacidad antioxidante del yogur control y yogur con harina de cáscara de mango (CM). Las letras minúsculas a y b representan las diferencias significativas ($p < 0,05$) de CA de forma decreciente obtenidas por la prueba de Tukey.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La harina de cáscara de mango *Tommy Atkins* obtenida mediante el proceso de liofilización fue de tipo entera, las bajas temperaturas de deshidratación y nula refinación mantuvieron la mayoría de los compuestos propios de la cáscara fresca, proporcionando alto valor nutricional.
- La harina de cáscara de mango presentó valores altos de capacidad antioxidante ($585,74 \pm 3,9 \mu\text{mol ET/g}$) y contenido de fibra (55,6 %), por otro lado las cenizas y humedad no mostraron diferencias significativas en relación a datos bibliográficos de harina de mango *Ataulfo*.
- La adición del 5 % de harina de cáscara de mango en la formulación del yogur favoreció un aumento notable de viscosidad y aumento del tiempo de fermentación por la dificultad estructural de la fibra, ralentizando el proceso fermentativo en relación al yogur control.
- La composición proximal de yogur demostró que existen diferencias significativas en los parámetros de humedad y proteína en la muestra control. Con respecto a los carbohidratos, fibra y valor energético el yogur con adición de harina de mango presenta un valor mucho más alto aportando mayores beneficios nutricionales. Por otro lado, la grasa y cenizas no presentaron diferencias significativas a pesar de que el yogur con adición de harina tiene valores superiores. La capacidad antioxidante del yogur con incorporación de harina de cáscara de mango mostró valores altos en comparación al yogur control.

4.2 Recomendaciones

- Determinar el tipo de antioxidantes que se encuentran en el yogurt en relación a la cáscara de mango.
- Realizar investigaciones que utilicen temperaturas de pasteurización más altas para identificar el comportamiento de la capacidad antioxidante.
- Realizar ensayos de adición de harina antes y después de la pasteurización, complementándolo con un análisis microbiológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Durán, J. Z., & Socha Moreno, A. M. (2020). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de un queso doble crema con adición parcial de harina de mango (*Mangifera indica* var. Tommy atkins).
- Alvarado, R. (2017). Estudio de mercado “Sector de la leche en el Ecuador”.
- AOAC 985.29. (2019). Total dietary fiber in foods. Retrieved from http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=572
- AOAC 991.2. (2019). Nitrogen (total) in milk. Kjeldahl method. Retrieved from http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=2866
- AOAC 2003.06. (2019). Crude fat in feeds, cereal, grains, and forages. Retrieved from http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=1552
- Awulachew, M. (2021). Fruit jam production. *10*(4), 532-537.
- Bandyopadhyay, K., Chakraborty, C., & Bhattacharyya, S. (2014). Fortification of mango peel and kernel powder in cookies formulation. *2*(12), 661-664.
- Barengolts, E., Smith, E. D., Reutrakul, S., Tonucci, L., & Anothaisintawee, T. (2019). The effect of probiotic yogurt on glycemic control in type 2 diabetes or obesity: a meta-analysis of nine randomized controlled trials. *11*(3), 671.
- Bayona, I., & Pinilla, J. (2015). Estudio del rprocesos de elaboracion del yogurt batido
- Bracamonte, A. J., & Diaz, S. E. (2022). Evaluación de la capacidad antioxidante y valor nutricional de un yogurt bebible incorporando jalea a partir de beterraga (*beta vulgaris*).
- Bustillos, K. A. (2022). *Caracterización fisicoquímica y reológica de la harina de trigo (Triticum aestivum) obtenida de los pasajes del proceso de molienda en Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,

- Cachay, J., Chacpi, M., Castillo, G., & Huamani, D. (2022). Caracterización fisicoquímica, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del jugo y harina de cladodios secundarios de *Opuntia ficus-indica*. *12*(2), 191-198.
- Castro, H. I., Ballesteros, D., Ortega, J., Morantes, S. J., Aristizabal, F., & Parada, F. (2019). Bioactive phenolic compounds from the agroindustrial waste of Colombian mango cultivars ‘sugar mango’ and ‘tommy atkins’—An alternative for their use and valorization. *8*(2), 41.
- Chen, C.-Y. O., & Blumberg, J. (2008). Phytochemical composition of nuts. *17*.
- CIL. (2015). La Leche del Ecuador. Historia de la lechería ecuatoriana. Centro de la Industria Láctea. Retrieved from <https://docplayer.es/12848321-La-leche-del-ecuador-historia-de-la-lecheria-ecuatoriana.html>
- CIL. (2018). Ecuador Patent No.: C. d. I. I. Láctea.
- CIL. (2022). La producción de lácteos evoluciona con pasos firmes hacia el futuro. Centro de la Industria Láctea. Retrieved from <https://www.cil-ecuador.org/post/la-producción-de-lácteos-evoluciona-con-pasos-firmes-hacia-el-futuro>
- Contero, R., Requielme, N., Cachipuendo, C., & Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *33*(1), 31-43.
- Czaja, T., Sobota, A., & Szostak, R. (2020). Quantification of ash and moisture in wheat flour by Raman spectroscopy. *9*(3), 280.
- Donovan, S. M., & Rao, G. (2019). Health benefits of yogurt among infants and toddlers aged 4 to 24 months: a systematic review. *77*(7), 478-486.
- Dubey, A., Kumar, A., & Rao, P. S. (2021). Development and storage study of reduced calorie aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) based pineapple fruit jam. *15*, 961-975.
- Eleazu, C., Eleazu, K., Awa, E., & Chukwuma, S. (2012). Comparative study of the phytochemical composition of the leaves of five Nigerian medicinal plants. *3*(2), 42-46.
- Elichalt, M., Russo, M., Vázquez, D., Suburú, G., Tihista, H., & Godiño, M. (2017). Lípidos, sodio y fibra dietética en harina de trigo y pan artesanal en Uruguay:

- aporte nutricional según recomendaciones para distintos grupos de población. *44(1)*, 71-78.
- Etsuo, N. (2010). Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*, *49(4)*, 503-515. doi:<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.04.016>
- Etsuo, N. (2011). Antioxidant capacity: which capacity and how to assess it? , *1(4)*, 169-176.
- FAO. (2003). Agriculture Organization of the United Nations. 2003.“Food Energy–Methods of Analysis and Conversion Factors.”. 77.
- Farag, M. A., Saleh, H. A., El Ahmady, S., & Elmassry, M. (2022). Dissecting yogurt: The impact of milk types, probiotics, and selected additives on yogurt quality. *38(sup1)*, 634-650.
- Gasaly, N., Riveros, K., & Gotteland, M. (2020). Fitoquímicos: una nueva clase de prebióticos. *47(2)*, 317-327.
- Girón, J. M., Escué, C. F. D., & Rojas, L. M. n. (2015). Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaría a partir de harina de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y mango (*Mangifera indica* L). *9(26)*, 11-19.
- González, G. L. (2021). *Aprovechamiento de las propiedades nutricionales y tecnológicas de la fibra dietética de residuos agroindustriales del Ecuador en la industria alimentaria*. Quito: UCE,
- Gouda, A. S., Adbelruhman, F. G., Alenezi, H. S., & Mégarbane, B. (2021). Theoretical benefits of yogurt-derived bioactive peptides and probiotics in COVID-19 patients—A narrative review and hypotheses. *28(10)*, 5897-5905.
- Guerra, A., Cervi, C., GARCIA, V., & Da Silva, C. J. L. A. A. R. (2019). Incorporation of active compounds from mango peel (*Mangifera indica* L. Cv.“Tommy Atkins”) into corn starch–based oral disintegrating films. *49(2)*, 93-97.
- Guerrero, G. (2018). La producción del mango ecuatoriano.
- Gutiérrez, Y., Gutiérrez, J., Venegas, J., Victoria, M., & Mares, H. (2022). Elaboración de un yogurt griego alto en fibra y proteína a partir de la

- incorporación de harina de cascara de plátano (musa paradisiaca). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 7, 279-284.
- Haq, F., Sameen, A., Zaman, Q., Mushtaq, B. S., Hussain, M. B., Javed, A., . . . Shariati, M. A. (2019). Development and evaluation of yogurt supplemented with lentil flour. *8*(4), 1005-1009.
- Hernández, P., Jattar, K. Y., Avila, R., Pérez, I., Guerrero, J. A., Ochoa, C. E., & Ruiz, I. I. (2019). Antioxidant fortification of yogurt with red cactus pear peel and its mucilage. *17*(1), 824-833.
- INEN 520. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de cenizas. 520. Primera. Retrieved from <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520-1R.pdf>
- INEN 616. (2006). Harina de trigo. Requisitos.
- Infoagro. (2018). Agricultura. El cultivo del mango. 2da parte. Retrieved from https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango2.htm
- Intendencia de la Abogacía de la Competencia, L. (2021). Estudio de Mercado N°SCPM-OGT-002-2019. “Sector Lácteo” Versión Pública. Retrieved from https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2021/04/estudio_de_mercado_sector_lacteo_SCPM-IGT-INAC-002-2019.pdf
- Jimenez, O., Luna, J., Ramírez, M., Luna, D., & Luna, M. (2022). Microencapsulation of *Renealmia alpinia* (Rottb.) Maas pulp pigment and antioxidant compounds by spray-drying and its incorporation in yogurt. *59*(3), 1162-1172.
- Lebaka, V. R., Wee, Y.-J., Ye, W., & Korivi, M. (2021). Nutritional composition and bioactive compounds in three different parts of mango fruit. *18*(2), 741.
- Lee, M. A., Kim, T. K., Hwang, K. E., Choi, Y. J., Park, S. H., Kim, C. J., & Choi, Y. S. (2019). Kimchi extracts as inhibitors of colour deterioration and lipid oxidation in raw ground pork meat during refrigerated storage. *99*(6), 2735-2742.
- Lenucci, M. S., Tornese, R., Mita, G., & Durante, M. (2022). Bioactive compounds and antioxidant activities in different fractions of mango fruits (*Mangifera indica* L., cultivar Tommy Atkins and Keitt). *11*(3), 484.
- Liu, K. (2019). Effects of sample size, dry ashing temperature and duration on determination of ash content in algae and other biomass. *40*, 101486.

- Mango Ecuador. (2017). Estadísticas & Exportaciones – Mango Ecuador. Retrieved from <https://mangoecuador.org/estadisticas-exportaciones/>
- Manzoor, S., Yusof, Y. A., Chin, N. L., Tawakkal, A., Mohamed, I. S., Fikry, M., & Chang, L. S. (2019). Quality Characteristics and Sensory Profile of Stirred Yogurt Enriched with Papaya Peel Powder. *42*(2).
- Marand, M. A., Amjadi, S., Marand, M. A., Roufegarinejad, L., & Jafari, S. M. (2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *359*, 76-84.
- Martín, S., Pérez, V., Muy, M. D., Vargas, M. A., & Quintana, E. A. (2020). Caracterización del polvo y pectina del pericarpio del mango (*Mangifera indica* L.) ‘Ataulfo’ maduro y análisis FODA para su procesamiento. *23*.
- Mendoza, E., Amaya, C. A., & Rodríguez, J. R. E. (2019). Elaboración de una harina rica en antioxidante a partir de papa galeana. *4*, 882-886.
- Ortiz, K. (2021). *Análisis comparativo de la pasteurización de la leche entre el tratamiento térmico y luz ultravioleta para la elaboración del yogurt*. Tesis, universidad agraria del Ecuador, Guayaquil. Recuperado de [https://cia ...](https://cia...),
- Popescu, L., Ceşco, T., Gurev, A., Ghendov-Mosanu, A., Sturza, R., & Tarna, R. (2022). Impact of apple pomace powder on the bioactivity, and the sensory and textural characteristics of yogurt. *11*(22), 3565.
- Remache, E. M. (2022). Estudio del uso de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para la elaboración de yogurt.
- Rivera Vizuete, V. E. (2020). *Evaluación de la actividad antioxidante de los carotenoides presentes en tres variedades de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.)*. Quito: UCE,
- Rubiano, K. D., Ciro, H. J., & Aristizabal, I. (2019). Aprovechamiento de los subproductos del mango, como fuente de compuestos bioactivos, para la elaboración de rollos comestibles. *22*(2).
- Salazar Garcés, D. M. (2022). Caracterización y aptitud tecnológica de residuos agroindustriales y cultivos andinos para el diseño y desarrollo de alimentos.
- Savaiano, D. A., & Hutkins, R. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *79*(5), 599-614.

- Serna, L., Torres, C., & Ayala, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de Ingredientes Funcionales. *26*(2), 41-50.
- Setiarto, R., Widhyastuti, N., & Risty, A. (2022). *The effect of variation concentration white oyster mushroom flour for quality yogurt mushroom taro synbiotic during storage*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Soliman, G. A. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *11*(5), 1155.
- Suliman, A. M. E., Khodari, K. M., & Salih, Z. (2013). Extraction of pectin from lemon and orange fruits peels and its utilization in jam making. *3*(5), 81-84.
- Sumaya, T. M., Sánchez, L. M., Torres, G., & García, J. D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales.
- Tapia Romero, S. d. R. (2022). *Proyecto de factibilidad para la implementación de una microempresa productora de yogurt bebible saborizado con pulpa de mora en la ciudad de Latacunga*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,
- Torres Gutiérrez, X. E. (2018). *Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015*. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador,
- Tualombo Calispa, J. C. (2020). *Exportación de yogurt de fruta libre de colorantes y saborizantes desde Ecuador a Chile en el periodo 2020*. Universidad Casa Grande. Departamento de Posgrado,
- Wade, A. T., Guenther, B. A., Ahmed, F. S., & Elias, M. F. (2021). Higher yogurt intake is associated with lower blood pressure in hypertensive individuals: Cross-sectional findings from the Maine–Syracuse longitudinal study. *122*, 105159.
- Wall, A., Olivas, F. J., Velderrain, G. R., González, A., Rosa, L. A., López, J. A., & Álvarez, E. (2015). El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. *31*(1), 67-75.

- Walter, M., Brzozowski, B., & Adamczak, M. (2021). Effect of supercritical extract from black poplar and basket willow on the quality of natural and probiotic drinkable yogurt. *11*(10), 2997.
- Zahid, H. F., Ranadheera, C. S., Fang, Z., & Ajlouni, S. (2022). Functional and healthy yogurts fortified with probiotics and fruit peel powders. *8*(9), 469.
- Zakaria, A., Zakaria, H., Abdelhiee, E., Fadl, S., & Ombarak, R. (2020). The impact of lactoferrin fortification on the health benefits and sensory properties of yogurt. *2*(2), 105-112.
- Zhao, Y.-S., Eweys, A. S., Zhang, J.-Y., Zhu, Y., Bai, J., Darwesh, O. M., . . . Xiao, X. (2021). Fermentation affects the antioxidant activity of plant-based food material through the release and production of bioactive components. *10*(12), 2004.

ANEXOS



Figura 5. Liofilización de la cáscara de Mango



Figura 6. Cáscara de mango liofilizada.

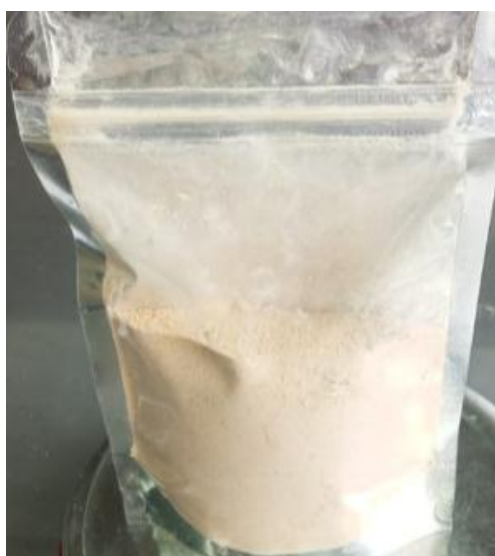


Figura 7. Harina de cáscara de mango.



Figura 8. Medición de absorbancias del yogur



Figura 9. Solución trolox para elaboración de la curva de calibración.

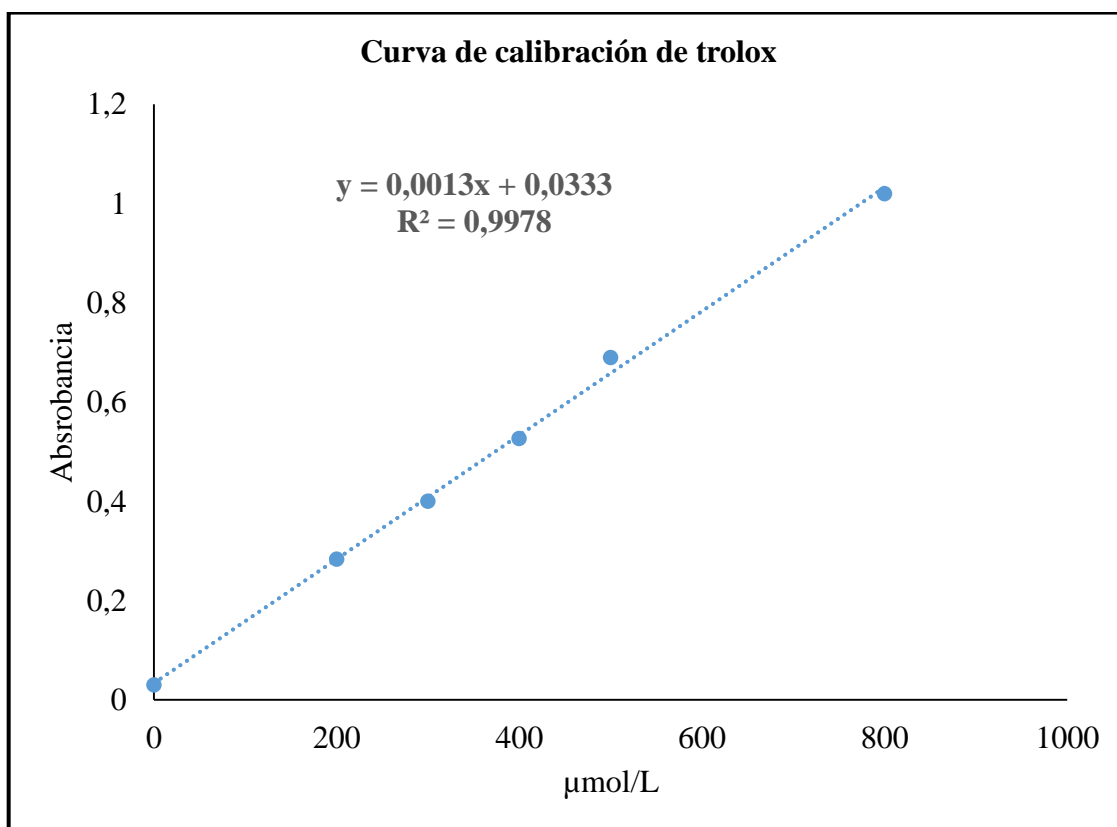


Figura 10. Curva de calibración patrón trolox por ABTS.

Tabla 4. Resultados de la capacidad antioxidante del yogur control y yogur CM por el método ABTS.

Muestra	Abs. $\lambda=734\text{nm}$	Abs. N	Concentración ($\mu\text{mol/l}$)	Factor de dilución	μmol ET/l muestra	Prom.
Control	0,33	0,78	594,667	1	594,667	592,00
	0,33	0,78	594,667	1	594,667	
	0,34	0,77	586,667	1	586,667	
Yogurt CM	0,33	0,78	594,667	11	6541,333	6629,33
	0,31	0,80	610,667	11	6717,333	
	0,32	0,79	602,667	11	6629,333	

Tabla 5. Resultados de la capacidad antioxidante de la harina de cáscara de mango por el método ABTS.

Muestra	Abs. $\lambda=734$ nm	Abs. N	Concentración ($\mu\text{mol/l}$)	Peso muestra (g)	Vol. aforo (l)	Factor de dilución	μmol ET/g muestra	Prom.
Cáscara de mango	0,22	0,89	682,667	0,318	0,025	11	590,35	585,74
	0,23	0,88	674,667	0,318	0,025	11	583,43	
	0,23	0,88	674,667	0,318	0,025	11	583,43	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01046

Certificado No: 23-111		Pág. 1 de 1				
Solicitud N°: 23-111		Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 23 de junio de 2023				
Fecha recepción: 12 de junio de 2023						
Información del cliente:						
Empresa:	C.I.RUC:	185004486				
Representante: Gloria Sisa	Tel:	980921618				
Dirección: Ambato	E mail:	gsisa486@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto:	Yogurt con harina de cáscara de mango; Yogurt Control; Harina de cáscara de mango	Peso	SC 79g; SDSL 63g; SDC 91g			
Marca comercial: n/a		Tipo de envase:	Envase de plástico			
Lote: n/a		No de muestras:	tres			
F. Exp: n/a		E. Exp:	n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab:	30 días			
Ciemes seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente:	06 de junio de 2023			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogurt con Harina de cáscara de mango	11123222	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2 Ed. 21, 2019	% $(N \times 6,25)$	2,32
			Grasa, Gravimétrica	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	2,65
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimático	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	5,61
Yogurt Control	11123223	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2 Ed. 21, 2019	% $(N \times 6,25)$	2,79
			Grasa, Gravimétrica	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	2,55
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimático	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	4,35
Harina de cáscara de mango	11123224	Ninguno	Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimático	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	55,6
Conds. Ambientales: 20,9°C; 50,1%HR						
 Imelda Riusueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 23 de junio de 2023						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos, en base a la muestra entregada por el cliente.
 El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

El software que se está utilizando es confiable, exclusivamente para su uso interno, y no puede ser modificado. Si usted no es el autor de este software con sus modificaciones o modificaciones, la alteración o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el presente legal pertinente.

Figura 11. Resultados de análisis de LACONAL.