

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INCORPORACIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.)
EN LA FORMULACIÓN DE UN YOGUR CREMOSO**

POR:

RITA MARIA ROSALES AGUILAR

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INCORPORACIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.)
EN LA FORMULACIÓN DE UN YOGUR CREMOSO**

POR:

RITA MARIA ROSALES AGUILAR

LEDY YOLANY NÁJERA APARICIO M.SC

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Mi dedicatoria es primeramente a Dios Todopoderoso, por brindarme fuerza, valentía, salud y tenacidad para enfrentar los desafíos durante toda mi carrera y permitirme llegar hasta esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, Luisa Aguilar Rosales y Concepción Rosales Arteaga, porque lo que soy nace de su amor.

Porque cada sacrificio hecho para que hoy este por culminar mi carrera profesional, por ser mi mayor inspiración para alcanzar mis objetivos y por enseñarme el valor del trabajo y la resiliencia.

Infinitamente gracias por ser mi sostén y mi refugio constante, los amo infinitamente.

A mis hermanos, Fredis, Mabel, Carlos, Ilsa y María José, gracias por ser mi compañía en cada etapa de mi vida, por ser mi mayor inspiración, por cada risa compartida y por cada consejo.

Ustedes son el centro de mi corazón y una parte esencial de mi vida.

A mis abuelos, Berta Elías Arteaga y Francisco Javier Rosales, por ser el pilar de mi vida y el corazón de mi familia, Han sido abuelos ejemplare. A mi abuela, con amor infinito por sus palabras llenas de amor y sabiduría, sus oraciones y ese cariño inigualable que me ha acompañado desde siempre. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la fe, y la ternura. Este logro también es suyo

AGRADECIMIENTO

Agradece profundamente a Dios Todopoderoso, por acompañarme en cada paso de este proceso académico y personal, iluminando mi camino, fortaleciendo mi espíritu y permitiéndome culminar exitosamente esta etapa de mi vida.

A mis padres, Luisa Aguilar Rosales y Concepción Rosales Arteaga, por su apoyo incondicional, sus consejos y su amor. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido la base sobre la cual he construido mis metas.

A mis asesores M.Sc. Ledy Yolany Nájera Aparicio, M.Sc. Katy Marcela Castellanos Reyes, M.Sc. Rosa Arelys Bethancourth Raudales por brindarme todo su apoyo y colaboración requerida para que esto fuera posible.

A mi amigo con quien he compartido a lo largo de estos años, apoyándome en los momentos buenos y malos, brindándome tanto su cariño, apoyo emocional, José Armando Estrada, gracias por todo.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Agricultura por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formarme y prepararme cada día en mi vida profesional, mediante su lema, el aprender haciendo.

CONTENIDO

	Pag
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. HIPOTESIS.....	4
3.1. Pregunta problema	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Subproductos agroindustriales.....	5
4.2. El mango.....	5
4.3. Mango variedad Haden.....	6
4.4. Características de la cáscara de mango.....	6
4.5. Contenido de fibra, compuestos fenólicos, antioxidantes de la cáscara de mango.....	6

4. 6. Harina de cáscara de mango Haden	7
4.7. El yogur como alimento funcional	8
4.8. Composición nutricional	8
4.9. Características del yogur cremoso.	9
4.10. Tendencias en yogures funcionales y enriquecidos	9
4.11. Aplicación de subproductos ricos en fibra en alimentos lácteos fermentados	10
4.12. Evaluación sensorial.....	11
V. MATERIALES Y METODOS	12
5.2. Descripción de materia prima, materiales e instrumentos	12
5.4. Metodología de investigación.....	14
5.5. Etapa 1. Obtención y Caracterización de la harina de cáscara de mango Haden.....	15
5.6. Etapa 2. Desarrollo de los tratamientos de yogur cremoso con diferentes porcentajes de harina de cáscara de mango.....	17
5.7. Etapa 3. Caracterización fisicoquímica y del yogur con la incorporación de harina.....	21
5. 8. ETAPA 4. Análisis sensorial del yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
6. 1. Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de mango	27
6. 1.2. Contenido de humedad	27
6.1.3. Color instrumental (L*, a*, b*).....	27
6.2.1.Determinación de parámetros fisicoquímicos del yogur	29
6.2.2. Comportamiento del pH	29
6.2.3. Comportamiento de los °Brix	30
6.2.4. Comportamiento de la acidez titulable.....	31

6.2.5	Comportamiento de la viscosidad	33
6.2.6.	Análisis microbiológicos (Bacterias Ácido Lácticas).....	37
6. 2.7	Analisis sensorial	¡Error! Marcador no definido.
VII.	VERFIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	39
VIII.	CONCLUSIONES	40
IX.	RECOMENDACIONES	41
X.	BIBLIOGRAFÍAS	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Determinación de la materia prima, Utensilios y Equipo.....	13
Tabla 2. Tratamientos de yogur con la incorporación de harina de cascara de mango .	17
Tabla 3. Tratamientos según el porcentaje correspondiente de harina de cascara de mango	25
Tabla 4. Resultados de la medición de color	28
Tabla 5. Resultados del análisis microbiológico	38
Tabla 6. Resultado del análisis sensorial	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Planta procesadora de lácteos	12
Ilustración 2. Comportamiento del pH del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango.....	30
Ilustración 3. Comportamiento de los °Brix del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango.....	31
Ilustración 4. Comportamiento de la acidez titulable del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango	33
Ilustración 5. Comportamiento de la viscosidad del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango	35
Ilustración 6. Índice de aceptabilidad del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango	38

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Formato de evaluación sensorial utilizar para la evaluación sensorial.....	48
Anexo 2. Proceso de elaboración de harina de cáscara de mango variedad Haden	49
Anexo 3. Proceso de elaboración del yogur con harina de cáscara de mango	51
Anexo 4. Realización de los análisis fisicoquímicos.	52

Rosales Aguilar R M. (2025). Incorporación de harina de cáscara de mango variedad Haden en la formulación de un yogur cremoso. Tesis Ing. en Tecnología Alimentaria,

RESUMEN

El mango (*Mangifera indica* L) Es una fruta tropical ampliamente cultivada, cuyo procesamiento genera subproductos como cáscaras, habitualmente desechados, lo que ocasiona impactos ambientales. Esta cáscara posee un alto contenido de fibra dietética, lo que la convierte en un recurso con potencial para el desarrollo de alimentos funcionales. El yogur, por su alto consumo y valor nutricional, representa una matriz adecuada para incorporar ingredientes funcionales derivados de subproductos agrícolas. El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar un yogur cremoso con la adición de harina de cáscara de mango variedad Haden, empleando cuatro formulaciones: T1 (0g), T2 (5g), T3(10g) T4 (15g), las cuales se integraron a la base del yogur para evaluar las características del producto final. Asimismo, se realizó una evaluación sensorial bajo un diseño completamente aleatorizado, con la participación de 70 jueces no entrenados, quienes evaluaron los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad en general, utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Seguidamente, se efectuaron los análisis fisicoquímicos correspondientes a pH, brix, acidez titulable, viscosidad, y un análisis microbiológico correspondiente a recuento de bacterias lácticas. La harina de cáscara de mango empleada presentó una humedad del 9.14% y un color característico amarillento con los valores de $L = 61.65$, $a = 2.16$ y $b = 28.50$. Los resultados mostraron que la adición de harina de cáscara de mango incrementó los valores de brix, acidez titulable y viscosidad, manteniendo el pH dentro de los rangos aceptables para un yogur. Los resultados del análisis sensorial mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos para todos los parámetros evaluados. El tratamiento T3 con 1.94% de harina de cáscara de mango fue el más aceptado, obteniendo las mejores calificaciones y significativamente diferentes indicadas con la letra *a* en sabor (5.81 ± 1.31^a), textura (6.13 ± 1.05^a) y aceptabilidad general (6.40 ± 1.07^a) en comparación con el resto. Por el contrario, el tratamiento T4 (yogur con 2.91% de harina) presentó la menor aceptación general (4.53 ± 1.64^c) y fue significativamente diferente (letra *c*) del T3. Microbiológicamente, el yogur con harina de cáscara de mango cumplió con los requisitos del Reglamento Técnico Centroamericano el cual exige un mínimo de 1×10^6 CFU/g de

bacterias lácticas. El producto alcanzo 1.4×10^7 CFU/g, superando el requisito establecido. La incorporación de harina de cascara de mango es viable y beneficiosa para el desarrollo de un yogur, ya que optimiza las propiedades reológicas y texturales, también mantiene la calidad fisicoquímica, asimismo garantiza la calidad microbiológica al cumplir con el RTCA y lograr la máxima aceptación sensorial en el tratamiento con una concentración de 1.94%

Palabras clave:

Fibra dietética, revalorización, subproducto de mango

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la población exige un aumento significativo en la producción de alimentos, lo que conlleva inevitablemente a la generación de grandes volúmenes de residuos de subproductos alimentarios. Se estima que anualmente, la industria agroalimentaria global, produce 190 millones de toneladas de subproductos derivados del procesamiento de productos como cerveza, vinos, azúcar, frutas y verduras. Estos subproductos incluyen cáscaras, semillas, hojas, raíces, harinas y cascaras que suelen ser descartados como residuos, considerándose contaminantes ambientales (Rațu et al., 2023)

La reutilización de subproductos industriales, como cáscaras de frutas, se ha convertido en una estrategia clave para reducir el desperdicio alimentario mitigar el impacto ambiental. Estos subproductos, anteriormente considerados tiene compuestos valiosos que pueden ser aprovechados en la elaboración de nuevos productos alimenticios contribuyendo así a modelos más sostenibles. Sin embargo, cuando no se gestionan adecuadamente, estos subproductos suelen ser vertidos al medio ambiente, lo que provoca la pérdida de recursos valiosos y una fuente potencial de contaminación. En este sentido, se debe implementar enfoques sostenibles para el uso de estos subproductos como ingredientes alimentarios, con el fin de combatir problemas ambientales (T. Ahmad et al., 2024)

El mango es una de las frutas tropicales más consumidas y producidas en más de cien países. La cáscara de mango representa entre el 7 % y el 24 % de su peso total, dependiendo de la variedad, lo que genera una considerable cantidad de subproductos durante el procesamiento y consumo. Diversos estudios han señalado que la cáscara

contiene nutrientes valiosos como proteínas , fibra dietética , carotenoides , vitamina C entre otros lo que sugiere su potencial aprovechamiento en la elaboración de nuevos productos alimenticios. (Kučuk et al., 2024)

Las leches fermentadas y yogures probióticos son acidificados y fermentados por bacterias viables, generalmente *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* , lo que resulta en un producto más espeso con una vida útil más larga. Son un alimento denso en nutrición, que proporciona una buena fuente de calcio, fósforo, potasio, vitamina A, vitamina B2 y vitamina B12. Además, aportan proteínas de alto valor biológico y ácidos grasos esenciales. Existe evidencia acumulada que sugiere que el consumo de yogur y leche fermentada está relacionado con una serie de ventajas para la salud, incluida la prevención de la osteoporosis, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares, así como la promoción de la salud intestinal y la modulación del sistema inmunitario. (Hadjimbei et al., 2022)

En este contexto, se propone el uso de harina de cascara de mango criollo, como un ingrediente en la formulación de yogur cremoso. Esta elección se fundamenta en el contenido de compuestos bioactivos presentes en la cascara de mango tales como fibra, polifenoles, carotenoides, vitamina C y compuestos antioxidantes, que han demostrado efectos positivos sobre la salud intestinal, la reducción del estrés oxidativo y el fortalecimiento del sistema inmune. (Inga et al., 2024). Además, este subproducto contribuyo a mejorar la textura y la estabilidad del yogur.

Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo desarrollar un yogur cremoso con harina de cáscara de mango Haden. A través de esta investigación, se buscó una alternativa para la valorización de subproductos agroindustriales y fortalecer el desarrollo de alimentos.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Desarrollar un yogur cremoso con harina de cáscara de mango Haden.

2.2. Específicos

Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango Haden, con el fin de establecer su aptitud tecnológica para la formulación del yogur cremoso.

Formular cuatro tratamientos de yogur cremoso con la adición individual de harina de cáscara de mango Haden en niveles de 0 %, 0.97 %, 1.94 % y 2.91 %, para evaluar su efecto en las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales del producto final.

Evaluar sensorialmente el yogur cremoso elaborado con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango, utilizando una escala hedónica de 7 puntos, a fin de determinar la aceptabilidad del producto y el tratamiento preferido por los consumidores.

Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas del yogur cremoso con mayor aceptación sensorial para verificar su calidad.

III. HIPOTESIS

3.1. Pregunta problema

¿Qué efecto tiene la adición de harina de cáscara de mango Haden en distintas concentraciones sobre la calidad fisicoquímica, y sensorial del yogur cremoso elaborado?

Hipótesis Nula: La incorporación de harina de cáscara de mango Haden en el yogur cremoso no influye significativamente en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y no afecta su aceptación.

Hipótesis Alternativa: La incorporación de harina de cáscara de mango Haden en el yogur cremoso influye significativamente en sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y su aceptación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Subproductos agroindustriales

Son materiales agroindustriales de origen vegetal o animal generados durante las etapas de producción y procesamiento alimentos. Se clasifican en primarios cuando se originan en el campo después de la cosecha o poda y secundarios cuando se proceden de la industria alimentaria, como cascaras pieles o semillas. Estos residuos pueden representar hasta el 60% del peso total de algunas frutas, por lo que el aprovechamiento resulta clave para reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad.

Pese a ser considerados desechos, los subproductos presentan un valor nutricional y funcional, pues contienen fibra dietética, compuestos fenólicos, antioxidantes con potencial para desarrollar alimentos funcionales. Sin embargo, su uso enfrenta limitaciones debido a su alta humedad y rápida degradación microbiana. La revalorización de estos materiales, como la cáscara de mango constituye una alternativa viable para innovar en la industria alimentaria mediante productos más saludables y sostenibles. (Pagano et al., 2021)

4.2. El mango

El mango (*Mangifera indica* L.) se considera una de las frutas tropicales de mayor relevancia por su alto valor nutricional y la presencia de numerosos compuestos fitoquímicos con funciones beneficiosas para la salud. (Yahia et al., 2023). Estos compuestos bioactivos aportan propiedades antioxidantes y terapéuticas, aunque su concentración puede variar dependiendo del genotipo de la fruta, las condiciones

climáticas y los tratamientos aplicados antes y después de su cosecha. (Matheyambath et al., 2016)

4.3. Mango variedad Haden

El mango Haden (*Mangifera L.*) es una de las variedades más reconocidas a nivel mundial, originario de florida estados unidos y es considerada progenitora de muchas otras variedades comerciales. Su fruto representa una forma ovalada a redonda, con un tamaño medio que oscila entre 10 y 15 cm de longitud y su peso aproximado de 450 a 680 g. La cascara es gruesa y resistente, de color amarillo -anaranjado con característicos rubores rojos en la superficie expuesta al sol, mientras que la pulpa es firme, jugosa y de tonalidad amarillo intenso, con presencia moderada de fibra cerca del hueso.

4.4. Características de la cáscara de mango

El color de la cáscara de la fruta es un factor importante en los índices de maduración y la calidad del mango, que varía de verde a naranja, amarillo o rojo, según el tipo de cultivar. En el mango, la pigmentación verde se atribuye a la presencia de clorofilas. Se han detectado dos tipos de clorofila en el mango, las clorofilas *a* (azul-verde) y *b* (amarillo-verde), en una proporción de 3:1. (Marcillo-Parra et al., 2021)

4.5. Contenido de fibra, compuestos fenólicos, antioxidantes de la cáscara de mango

Las cáscaras de mango proporcionan energía, fibra dietética, carbohidratos, proteínas y grasas y son ricas en fitoquímicos como compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides. (Lucas-García et al., 2021). Estos compuestos bioactivos son de interés gracias a su alta actividad antioxidante y sus propiedades terapéuticas. Sin embargo, la calidad y cantidad de compuestos bioactivos en la cáscara

de mango dependen de factores como la variedad, el estado de madurez, las condiciones del suelo, el sitio geográfico de producción, las prácticas agrícolas y las condiciones de procesamiento, entre otros. La caracterización es un paso esencial para valorizar estos subproductos del mango, ya sea para su uso en la industria alimentaria u otras aplicaciones. (Marcillo-Parra et al., 2021)

La acumulación de antocianinas, que contribuyen a la coloración roja de la cáscara del mango, depende del nivel de exposición al sol. La acumulación de antocianinas y flavonoides en la cáscara de la fruta del mango protege contra el daño por frío y la infección por patógenos, probablemente debido a la capacidad antioxidante de estos polifenoles que inhiben la peroxidación lipídica y la reducción de la incidencia de descomposición (Ojeda et al., 2022) . Estos hallazgos pueden conducir a nuevas estrategias como la selección de frutos rojos resistentes o metodologías técnicas que aumentarían el contenido de antocianinas y flavonoides en la cáscara de la fruta del mango para mejorar las características postcosecha y disminuir las pérdidas. (Mir et al., 2001).

Los compuestos fenólicos y los carotenoides son los compuestos bioactivos más representativos presentes en la pulpa y la cáscara del mango.(Ojeda et al., 2022).Así mismo son una buena fuente de carotenoides , antocianinas y ácidos fenólicos .

4. 6. Harina de cáscara de mango Haden

El secado es una técnica fundamental para la conservación y aprovechamiento de materias primas, especialmente en las industrias alimentarias y química. Este proceso no solo prolonga la vida útil de los productos, sino que también facilita su comercialización. Un aspecto relevante del secado es su capacidad para preservar compuestos bioactivos como la mangiferina y los polifenoles, lo cual incrementa el valor funcional de la cáscara seca para posibles aplicaciones en alimentaria y farmacéutica. En cuanto a las técnicas de

secado, existen diversas opciones documentadas, como el secado en horno, por congelación, al sol y al aire. (Ampah et al., 2022)

4.7. El yogur como alimento funcional

El yogur es un producto lácteo fermentado que se obtiene mediante la acción de cultivos bacterianos específicos, principalmente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Estos microorganismos fermentan la lactosa presente en la leche, produciendo ácido láctico como principal metabolito. La acumulación de este ácido reduce el pH y provoca la coagulación de las proteínas lácteas, lo que da lugar a una textura semisólida característica del yogur, además de su sabor ligeramente ácido. (I. Ahmad et al., 2022)

Se considera un producto lácteo nutritivo que contribuye a mejorar la salud. Gracias a su proceso de fermentación y fabricación, aporta diversos nutrientes. Contiene numerosos micronutrientes como riboflavina, vitaminas, calcio, zinc, potasio y magnesio. Su contenido es superior al de otros productos lácteos, incluso en la leche. Asimismo, el yogur a lo largo de los años se ha fortificado con innumerables nutrientes para compensar las deficiencias nutricionales. (Tariq et al., 2023)

4.8. Composición nutricional

Los productos lácteos fermentados ya gozan de una imagen positiva para la salud gracias a la acción beneficiosa de sus bacterias viables. La fibra dietética tiene efectos beneficiosos para la salud humana. La ingesta diaria recomendada de fibra es de aproximadamente 38 g para hombres y 25 g para mujeres. Los productos lácteos, como el yogur, ofrecen importantes oportunidades para el desarrollo de alimentos enriquecidos con fibra. Su aceptación por parte de los consumidores se basa principalmente en sus atributos texturales y sensoriales satisfactorios. (Sendra et al., 2010a)

El yogur se considera un producto lácteo nutritivo que contribuye a mejorar la salud. Gracias a su proceso de fermentación, presenta un perfil nutricional mejorado respecto a

otros productos lácteos. Contiene una amplia gama de micronutrientes esenciales como riboflavina, vitaminas, calcio, zinc, potasio y magnesio, con concentraciones superiores al de otros productos lácteos, incluso en la leche. (I. Ahmad et al., 2022)

Desde un punto de vista fisicoquímico, el yogur contiene proteínas de fácil digestión, grasas que actúan como fuente de energía y cumplen funciones protectoras en nuestro organismo, además de minerales (cenizas), acidez, materia seca total pH, regulado por la formación de ácido láctico durante la fermentación, es decir, residuos nutricionales inorgánicos como calcio, fósforo, etc., acidez, materia seca total y pH del ácido láctico durante la fermentación. (Kang et al., 2019)

Aunque su composición es muy similar a la de la leche, difiere significativamente en el contenido de lactosa. Durante la fermentación, la lactosa se convierte en ácido láctico lo que reduce su concentración a niveles mínimos. Esta transformación representa una ventaja para personas con intolerancia a la lactosa, ya que el consumo de yogur suele generar menos molestias. (Arriaga et al., 2019)

4.9. Características del yogur cremoso.

El yogur cremoso se distingue por su textura homogénea, suave al paladar y con una viscosidad superior al yogur tradicional. Estas características son el resultado de factores interrelacionados, como la concentración de sólidos solubles totales, el tipo de leche utilizada, la adición de estabilizantes, y especialmente las condiciones del proceso fermentativo. La adecuada manipulación de estos parámetros permite obtener un producto con propiedades sensoriales mejoradas, mayor aceptación por parte del consumidor y mejor estabilidad durante el almacenamiento. (Vanessa, 2010)

4.10. Tendencias en yogures funcionales y enriquecidos

En la actualidad, la industria alimentaria ha orientado sus esfuerzos hacia el desarrollo de alimentos funcionales siendo el yogur uno de los productos más versátiles para la

incorporación de ingredientes con valor añadido. La tendencia apunta a utilizar compuestos naturales, especialmente subproductos de origen vegetal, con el doble propósito de enriquecer el perfil nutricional del yogur y promover la sostenibilidad. (Saritaş et al., 2024a)

Entre estos ingredientes, destacan las cáscaras de frutas ricas en fibra dietética y compuestos bioactivos. Su inclusión no solo mejora las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur, sino que también contribuye a la economía circular, al revalorizar materiales que tradicionalmente se consideran desechos. (Munteanu-Ichim et al., 2024)

Diversos estudios, respaldan esta estrategia, ya que observaron mejoras en la viscosidad, acidez titulable y aceptabilidad del consumidor al incluir polvo de cáscara de limón en yogures. Por su parte, (Md. Nahidul Islam, 2023) reportó que la adición de cáscara de plátano y jengibre, respectivamente, mejoró parámetros como la capacidad de retención de agua, la sinéresis y la textura del yogur durante el almacenamiento.

4.11. Aplicación de subproductos ricos en fibra en alimentos lácteos fermentados

Dentro de las tendencias emergentes identificadas en la formulación de productos lácteos funcionales, destaca el aprovechamiento de subproductos agroindustriales ricos en fibra dietética como ingredientes funcionales en alimentos fermentados. Esta práctica no solo responde al interés de mejorar el perfil nutricional de los productos, sino que también se alinea con la necesidad de una producción alimentaria más sostenible y eficiente en el uso de recursos. (Tariq et al., 2023)

Subproductos como la cáscara de frutas, bagazos de vegetales, semillas o mucilagos han demostrado aportar fibra dietética, antioxidantes y compuestos bioactivos, lo cual permite su aplicación en matrices fermentadas como yogures, quesos frescos o bebidas lácteas.

La incorporación de estos ingredientes mejora la textura al aumentar la capacidad prebiótica del producto y beneficiar el desarrollo de microorganismos durante la fermentación, favoreciendo la funcionalidad del alimento final. Además , este enfoque contribuye a reducir el desperdicio alimentario, diversificar las fuentes de fibra funcional y responder a las demandas del consumidor por alimentos naturales con beneficios para la salud digestiva.(Sarıtaş et al., 2024)

4.12. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se basa en la percepción sensorial humana para evaluar los atributos de los alimentos. Emplea a panelistas capacitados o a consumidores sin capacitación para que proporcionen retroalimentación sobre el sabor, el aroma, la textura, la apariencia y el gusto general. Si bien la evaluación sensorial ofrece una comprensión holística de cómo las personas perciben los alimentos, puede verse influenciada por la subjetividad. Juntos, estos dos enfoques forman una poderosa combinación. Paralelamente, la evaluación sensorial proporciona información sobre cómo los consumidores perciben y experimentan estas características. Esta doble evaluación garantiza que los productos alimenticios no solo cumplan con las normas de seguridad y normativas, sino que también se ajusten a las preferencias y expectativas de los consumidores.(Saleh & Lee, 2023)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Descripción del lugar del experimento

La investigación se realizó en la planta procesadora de lácteos ubicada en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, en Barrio El Espino, carretera a Dulce Nombre de Culmí en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho.



Ilustración 1. Planta procesadora de lácteos

5.2. Descripción de materia prima, materiales e instrumentos

➤ Materia prima

Leche: Se obtuvo de la sala de ordeño de la Universidad Nacional de Agricultura y a su vez fue trasladada a la planta de lácteos en yogos de aluminio.

Mango Haden: fue obtenido en el supermercado la colonia en la Ciudad de Catacamas, Olancho.

5.3. Materiales y equipos

En la Tabla 1, se muestra específicamente cada uno de los utensilios y equipos que se emplearon durante el proceso de elaboración de las 4 formulaciones del yogur elaboración del yogur, y así poder garantizar un producto de calidad e inocuo para el consumo humano.

Tabla 1. Determinación de la materia prima, Utensilios y Equipo

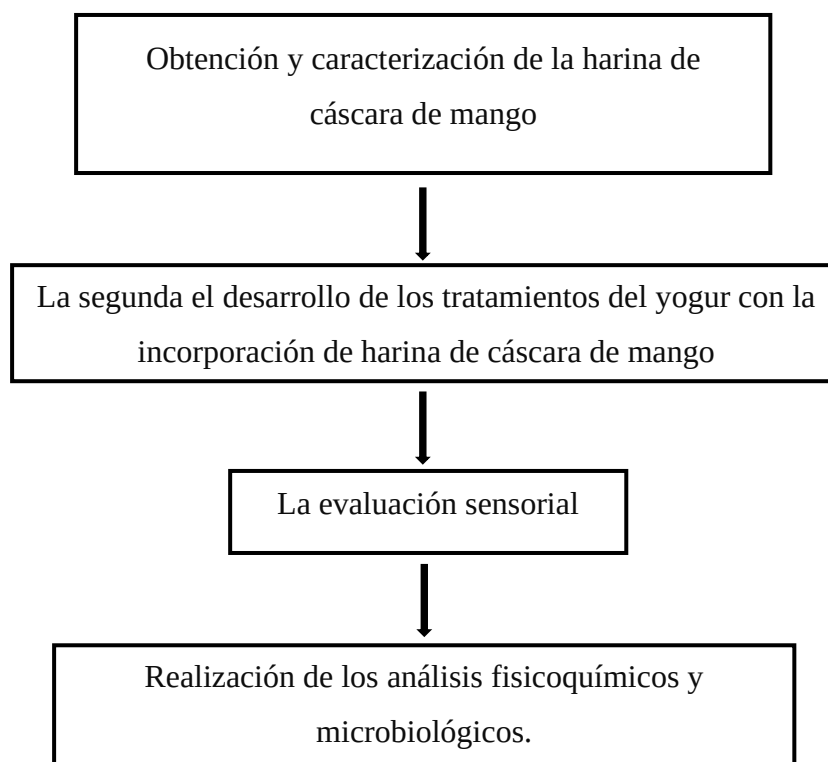
Materia prima	Descripción
Leche fresca	Fue materia prima principal para obtener la formulación base del yogur.
Harina de cáscara de mango	Fue Ingrediente principal para elaborar las formulaciones.
Sucralosa	Funcionó como endulzante no calórico para el yogur.
Cultivo (Yogur Yoplait) sin azúcar	Se utilizó para lograr la fermentación en el proceso de elaboración del yogur.
Utensilios	
Envases de plástico	Se utilizaron para el envasado del yogur terminado.
Cucharones	Fueron empleados para el mezclado y la dosificación.
Cuchillo	Se utilizó para el corte de la cáscara del mango.
Pailas	Se necesitaron para realizar la mezcla de los diferentes porcentajes de harina de cáscara de mango al yogur
Tinas	Fueron necesarias para la preparación de mezclas.
Vasos plásticos	Fueron utilizados para conservar los porcentajes de harina.
Equipo / Material	
Balanza digital	Torrey Balanza Digital 20 kg LPCR20

Balanza de humedad	Balanza OHAUS para medición de humedad de la harina.
Deshidratador	JICA, 2 bandejas, con control de temperatura
Termómetro digital	Hanna, rango -50 a 300 °C
Refractómetro	Atago portátil, 0–32 °Brix
pH-metro digital	Hanna, calibración automática a 2 puntos
Viscosímetro	Brookfield DV-E, husillo N° 4
Colorímetro	Konica Minolta CR-400
Placas Petrifilm	Neogen marca 3M
Autoclave	STERILMATIC, 121 °C, 15 psi
Tubos de ensayo	Pyrex, vidrio borosilicato
Probetas	Pyrex, 100 mL y 250 mL
Pipetas	Fisher Scientific, varios volúmenes
Mechero	Cislab, gas propano
Beaker	Pyrex, 250–1000 mL
Estufa	Mabe, estufa eléctrica de dos hornillas
Olla de acero inoxidable	Olla de acero inoxidable marca alumisa capacidad 2 L
Cucharón	Cucharón de peltre 30 cm
Envases de plástico	Envases grado alimenticio, tapa rosca con capacidad de 150 ml
Tinas	Plástico grado alimenticio 10 L
Pailas	Pailas de plástico, capacidad 5–10 L
Vasos plásticos desechables	Vasos de 2 oz para almacenamiento de harina
Cuchillo	Acero inoxidable, filo recto de 15 cm de largo

Fuente propia

5.4. Metodología de investigación

El desarrollo del trabajo fue realizado en 4 etapas.



La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, el cual facilitó analizar objetivamente los efectos de la incorporación de harina de cáscara de mango sobre las características del yogur cremoso. El enfoque cuantitativo se basó en la recolección de datos numéricos que permitieron medir los cambios generados por diferentes tratamientos del estudio. Asimismo, se consideró la percepción del consumidor mediante una evaluación sensorial, calificando color, sabor, textura, olor y aceptabilidad en general, utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Este alcance descriptivo permitió evaluar de forma integral el efecto de la harina de cáscara de mango en las características, sensoriales del yogur.

5.5. Etapa 1. Obtención y Caracterización de la harina de cáscara de mango Haden

Se seleccionaron los mangos maduros en buen estado, sin daños visibles.

➤ Preparación de la cascara de mango

Los mangos se lavaron con agua purificada y se retiraron las cáscaras, posteriormente se cortaron en tiras de ancho uniforme (3 mm) con cuchillos de acero inoxidable.

➤ Deshidratación

Las cáscaras se distribuyeron en bandejas hechas de papel aluminio en una sola capa. Se deshidrataron en un deshidratador marca JICA a 70 °C durante 9 horas

➤ Molienda y tamizado

Las cáscaras secas se molieron en un molino manual marca Victoria hasta obtener un polvo fino, de la misma manera se tamizaron con un tamiz para estandarizar el tamaño de partícula.

➤ Almacenamiento

La harina obtenida se envaso en frascos de vidrio color ámbar para evitar la fotooxidación y se almaceno a temperatura ambiente 25°C, en un lugar seco para conservar los atributos sensoriales y fisicoquímicos hasta su uso.

➤ Determinación de humedad en la harina de cáscara de mango

La determinación de humedad se realizó por el método de pérdida por secado, en una termobalanza (Ohaus modelo MB-45), con algunas adaptaciones, se colocó el plato que porta muestras en el equipo. Se pesaron 2 g de la harina de cáscara de mango colocándola sobre el porta muestras y distribuyéndola uniformemente. Se cerró la tapa del equipo y se programó la temperatura del equipo a 105 °C hasta que arrojó la lectura en porcentaje de humedad, realizando dos repeticiones para reducir el error experimental.

➤ Determinación del color en la harina de cáscara de mango

El color de la harina se determinó utilizando un colorímetro manual portátil, marca Konica Minolta previamente calibrado en una placa patrón blanca. La medición se realizó siguiendo el sistema de coordenadas CIELab, donde L* representa la luminosidad, a el eje rojo –verde y b* tendencia al amarillo. Para el análisis, se colocó una capa homogénea de harina en una capsula Petri limpia y seca, procurando cubrir completamente el área del sensor. Se efectuaron tres mediciones en diferentes puntos de la muestra, registrando los valores de L* a* y b* de cada repetición.

Formulas utilizadas

Cálculo de croma

$$C * \sqrt{(a *)^2 + (b *)^2}$$

Calculo de ángulo de tono

$$^{\circ}h = \tan^{-1}(b*/a*)$$

5.6. Etapa 2. Desarrollo de los tratamientos de yogur cremoso con diferentes porcentajes de harina de cáscara de mango

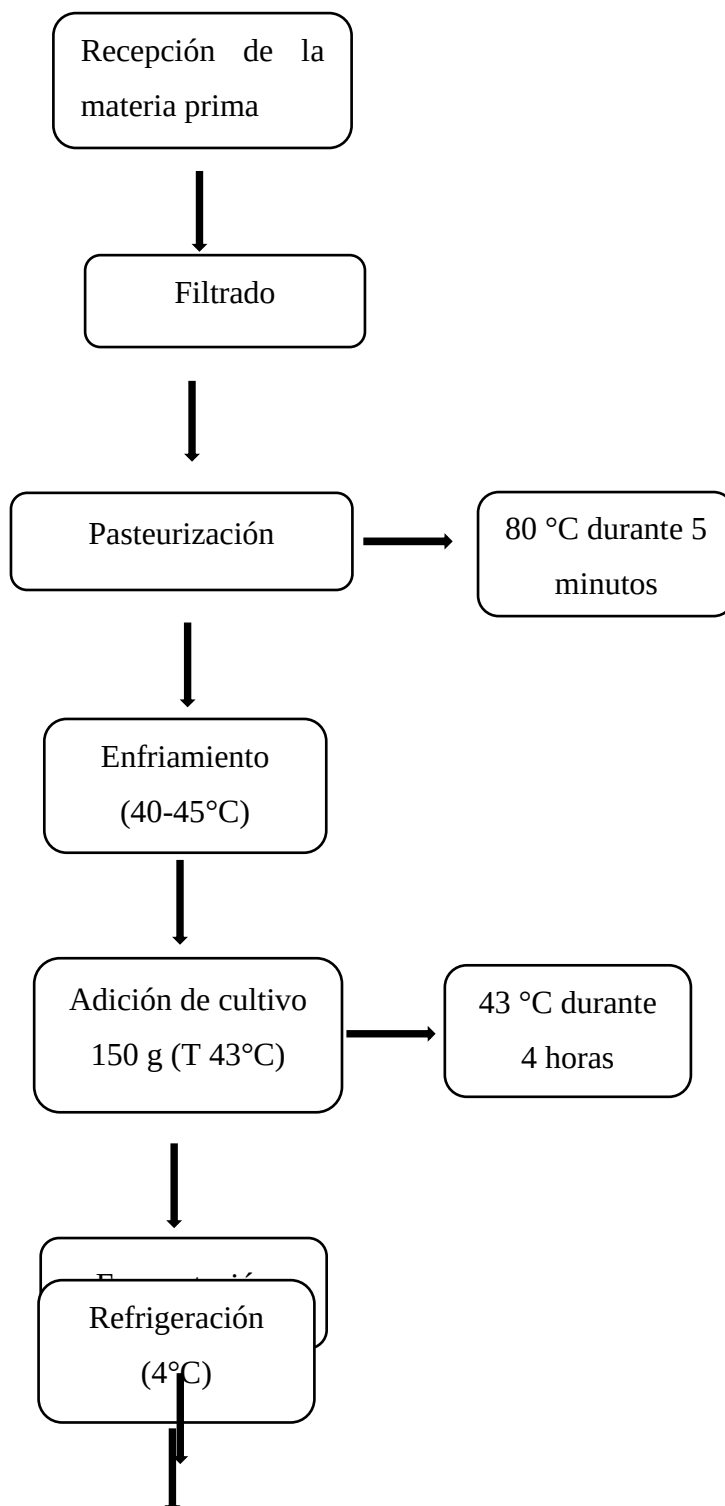
Se formularon cuatro tratamientos, en base a 1030 g de leche con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango Haden.

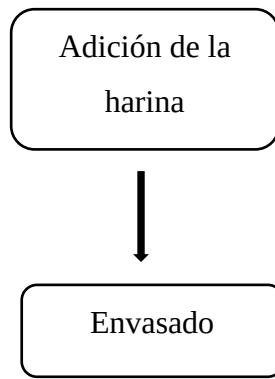
Tabla 2. Tratamientos de yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

Formulación	Leche (g)	Cultivo iniciador (Yogur Yoplait sin azúcar g)	Endulzante (Sucralosa g)	Harina de cascara de mango (g)
1	1030	150	19	0
2	1030	150	19	5

3	1030	150	19	10
4	1030	150	19	15

Flujograma del desarrollo de yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango





Descripción del proceso de yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango.

➤ Recepción de la materia prima

La leche utilizada se obtuvo de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG)

➤ Filtrado

la leche fue sometida a filtrado mediante coladores de tela fina, con el fin de remover partículas extrañas, pelos, tierra o residuos que pudieran comprometer la calidad final del producto final.

➤ Pasteurización

La leche se pasteurizó a una temperatura de 80°C y se mantuvo esa temperatura durante 5 minutos, con el objetivo de reducir la carga microbiana.

➤ Enfriamiento

Posterior al tratamiento térmico, la leche se enfrió rápidamente hasta llegar a los 40 a 45 °C ya que es la condición óptima para la inoculación del cultivo.

➤ Adición del cultivo iniciador

Cuando la temperatura descendió a 40-45°C, se adicionó el yogur natural marca Yoplait sin azúcares añadidos como cultivo iniciador. Se utilizó una dosis de 150 g de yogur por cada litro de leche. Considerando 4 litros de leche preparados.

➤ Fermentación

La mezcla inoculada se dejó fermentar a temperatura ambiente de 43°C durante 4 horas. Ya que una fermentación prolongada permite el desarrollo de un yogur con mayor viscosidad y textura característica.

➤ Refrigeración

Después de la fermentación, el yogur se llevó al cuarto frío a 4°C durante 24 horas, lo que permitió estabilizar la textura y detener el crecimiento microbiano.

➤ Adición de la harina de cáscara de mango y la sucralosa.

Una vez estabilizado el yogur, se incorporaron las diferentes cantidades de harina de cáscara de mango Haden; según el tratamiento correspondiente. También se agregó sucralosa como endulzor, seguidamente la mezcla se homogenizó con una espátula hasta alcanzar una textura uniforme.

➤ Envasado y almacenamiento

El yogur fue envasado en recipientes plásticos, rotulados con la información correspondiente. Posteriormente, se almacenaron a 4° C hasta la realización de los análisis.

5.7. Etapa 3. Caracterización fisicoquímica y del yogur con la incorporación de harina.

- Determinación de grados brix (° Brix)

El contenido de sólidos solubles totales se determinó mediante un refractómetro digital marca Atago 2384 máster 100 colocando directamente una pequeña cantidad de muestra, sobre el lente del equipo previamente calibrado con agua destilada. El resultado se expresó en Brix.

- Determinación de viscosidad

La viscosidad aparente del yogur se midió utilizando un viscosímetro rotacional marca Brookfield.

- Preparación de la muestra

Se homogenizó cuidadosamente la muestra de yogur para asegurar una distribución uniforme sin generar aire.

Se dejó reposar a una temperatura ambiente de 20 °C durante 10 minutos para estabilizar la muestra.

- Montaje de la muestra

Se transfirieron 50 g de yogur al vaso de medición del viscosímetro, asegurando que este limpio y seco antes de su uso. Se verificó que el volumen de la muestra fuese suficiente para cubrir completamente el husillo seleccionado (husillo °N 4)

➤ Configuración del equipo

Se instaló el husillo °N4 adecuadamente en el viscosímetro.

Se ajustó la velocidad rotacional a 20 revoluciones por minuto.

➤ Medición

Se introdujo el husillo en la muestra asegurando que estuviese centrado y sin burbujas de aire. Se activó el equipo y se registró el valor de la viscosidad que se estabiliza en la pantalla del viscosímetro. El valor se registró en centistopes (cP) para evaluar la consistencia del yogur cremoso.

La medición se realizó por triplicado para cada tratamiento y se calculó un promedio.

➤ Determinación de pH

El pH del yogur se determinó con un pH metro marca HANNA.

➤ Preparación del equipo

Se encendió el pH metro y se verificó que el electrodo este limpio y en buen estado, seguidamente se calibró con agua destilada.

➤ Preparación de la muestra

Se homogenizó la muestra del yogur manualmente para obtener una mezcla uniforme.

➤ Medición

Se introdujo el electrodo el pH metro en la muestra, asegurándose de que estuviese completamente sumergido y sin burbujas adheridas. El procedimiento se realizó por triplicado y finalmente se calculó el promedio de los valores obtenidos.

➤ Determinación de acidez titulable

La acidez titulable se determinó por el método de titulación ácido-base.

Se tomaron 10 ml de yogur en un vaso de precipitados.

Luego se agregaron 3 gotas de fenolftaleína, que es un indicador que cambia de color cuando se neutraliza la acidez. Después, se fue agregando lentamente una solución de hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N) con una bureta, hasta que la mezcla cambie de color a rosa claro.

El resultado se expresó como % de ácido láctico según la siguiente fórmula

$$\text{Acidez (ácido láctico)} = \frac{V \times N \times 0.09 \times 100}{m}$$

Donde:

V: volumen de NaOH

N: normalidad de NaOH

m: masa de muestra (g)

5. 8. ETAPA 4. Análisis sensorial del yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango

➤ Análisis sensorial del yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango.

Se evaluaron las características sensoriales, tomando en cuenta variables como sabor, olor, textura y aceptabilidad en general. Para esta evaluación, participaron 70 jueces no entrenados, seleccionados al azar entre estudiantes y trabajadores de la Universidad Nacional de Agricultura. Los participantes utilizaron una hoja de evaluación con una escala hedónica de 7 puntos, donde 1 indicaba "me disgusta mucho" y 7 "me gusta

mucho". Cada muestra de yogur fue etiquetada con un código aleatorio de tres dígitos. Los panelistas evaluaron las muestras asignando puntuaciones a las características analizadas, como la aceptabilidad, utilizando la escala hedónica de 7 puntos. Además, se ofreció agua a los participantes para que pudieran limpiar su paladar antes de probar una nueva muestra.

➤ **Bacterias – ácido lácticas**

Se preparó la dilución inicial o dilución 10^{-1} (1/8)

Se pesaron 10 g de yogur.

Coloco en un frasco estéril con 90 ml de agua peptonada al 0.1%

Se homogenizó durante 1 minuto

Diluciones seriadas

Se tomó 1 mL de la mezcla inicial (dilución 10^{-1}) y se transfirió a otro tubo con 9mL de diluyente estéril, de esta forma se obtuvieron la dilución 10^{-2} , repetir hasta la dilución 10^{-8}

Siembra

Se transfirió con una pipeta estéril 1 mL de cada dilución de la muestra a placas Petri film 3M.

Incubación

Se incubaron las placas a 25 °C durante 48 horas.

Interpretación de los resultados

Después de la incubación, se examinaron las placas:

El resultado se expresó como UFC/mL.

➤ **Diseño experimental**

Se empleo un diseño completamente aleatorizado con un solo factor: la concentración de harina de cáscara de mango en la formulación del yogur, con cuatro tratamientos y tres repeticiones resultando un total 12 unidades experimentales

Tabla 3. Tratamientos según el porcentaje correspondiente de harina de cascara de mango

Tratamiento	Harina de cascara de mango (%)	Numero de repeticiones
T1	0%	3
T2	0.97%	3
T3	1.94%	3
T4	2.97 %	3

Fuente propia

➤ **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). ($p \leq 0.05$). Como se encontraron diferencias significativas, se procedió con una prueba de comparaciones múltiples de Tukey para identificar que tratamientos presentan variaciones entre sí.

Los datos de la evaluación sensorial, obtenidos mediante la escala hedónica de 7 puntos, fueron analizados mediante un ANOVA de una vía para comparar los tratamientos (1,2,3,4). Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), entonces se procedió con la prueba de Tukey para identificar qué tratamientos presentan diferencias entre sí.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6. 1. Caracterización fisicoquímica de la harina de cáscara de mango

6. 1.2. Contenido de humedad

El contenido de humedad de 9.14% obtenido en la harina de cáscara de mango es un resultado que valida la eficacia del proceso de deshidratación y la viabilidad tecnológica del subproducto. Este valor está en concordancia con (Dhankecha & Pandey, 2022) quienes reportaron un % de humedad de 11.20% en harina de cascara de mango , al lograr un % de humedad inferior al 12% siendo un umbral lo suficientemente bajo como para inhibir el crecimiento microbiano por mohos levaduras y bacterias. Por tanto, el resultado de 9.14% no solo demuestra la optimización de los recursos al revalorizar la cascara, sino que confirma que la materia prima está en condiciones ideales para ser incorporada en el yogur din introducir riesgos de deterioro

6.1.3. Color instrumental (L^* , a^* , b^*)

Los parámetros de color obtenidos para la harina de cascara de mango mostro un perfil cromático típico de este tipo de subproducto, con una luminosidad moderada ($L^* = 61.65 \pm 1.28$), un valor a^* bajo (2.16 ± 0.30) y un b^* elevado (28.50 ± 0.14). Este comportamiento refleja una tonalidad predominantemente amarilla con una ligera tendencia rojiza. De acuerdo con (Rojas-Bravo et al., 2019) , las harinas de cáscara de mango presentan valores elevados de b^* debido a la presencia de carotenoides y

compuestos fenólicos responsables de la pigmentación amarilla, generalmente ubicándose entre 25 y 30, valores que coinciden con las del presente estudio.

El componente a^* , se mantiene positivo dentro del rango reportado por (Ajila & Prasada Rao, 2013), quienes señalan que la leve tendencia hacia rojo en cascara secas puede originarse por procesos mínimos de oxidación de polifenoles durante el secado. Los valores de a^* entre 1 y 4 son comunes en este tipo de harinas provenientes de subproductos vegetales.

El valor de croma ($C^* = 28.58 \pm 0.17$) indica una saturación de color moderada y estable similar a lo reportado por para polvos de mango, (Serna-Cock et al., 2016) quienes mencionan cromas en rangos de 26 a 32 dependiendo del método de deshidratación. Esto sugiere que la intensidad del color se mantuvo adecuada y comparable con estudios previos.

Asimismo, el ángulo de tono obtenido ($h^\circ = 85.67 \pm 0.58^\circ$) confirma que la tonalidad predominante se ubica en la región amarilla del espacio CIELab, ya que valores entre 80° y 95° se asocian con tonos amarillos característicos de frutas ricas en carotenoides. (Torres-León et al., 2019), reportaron valores similares en harinas de subproductos de mango procesados mediante secado conectivo, lo que respalda la consistencia de los resultados obtenidos

Tabla 4. Resultados de la medición de color

Parámetro	Promedio $\pm$ DE
L* (Luminosidad)	61.65 ± 1.28
a* (Eje rojo-verde)	2.16 ± 0.30
b* (Eje amarillo-azul)	28.50 ± 0.14
C* (Croma)	28.58 ± 0.17

h° (Ángulo de tono)	85.67 ± 0.58
---------------------	--------------

6.2.1. Determinación de parámetros fisicoquímicos del yogur

6.2.2. Comportamiento del pH

En la Ilustración 2 se muestra el comportamiento del pH en las formulaciones con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango. Se evaluaron cuatro tratamientos (0 %, 0.97%, 1.94% y 2.91%), observándose una ligera tendencia al incremento del pH a medida aumentó la proporción de harina incorporada. Este aumento se asocia con la capacidad tamponante de los compuestos minerales y de fibra dietética presentes en la cáscara de mango, según (Sendra et al., 2010). Los cuales actúan como neutralizando o tamponando parcialmente los ácidos orgánicos generados durante la fermentación láctica; resultando en un pH final ligeramente más alto en las muestras con mayor adición de harina.

Durante el proceso normal de fermentación, las bacterias ácido lácticas transforman la lactosa en ácido láctico, lo que normalmente reduce el pH; sin embargo, la adición ingredientes ricos en fibra y ácidos orgánicos pueden modificar este comportamiento. En este estudio, el tratamiento control (T1= 0) presento el pH más bajo (4.61), mientras que el tratamiento con 2.91% (T4) alcanzó el valor ás alto (4.88)

El análisis estadístico (ANOVA) reveló que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que la harina de cáscara de mango no influyó estáticamente sobre el pH del yogur.

Resultados similares fueron reportados por (T. Ahmad et al., 2024), quienes observaron un incremento en el pH al adicionar polvo de cáscara de limón de yogures funcionales,

atribuido a la interacción entre los compuestos fenólicos y los ácidos orgánicos. De igual manera (Mahomud et al., 2024) encontraron que la incorporación de cáscara de plátano y jengibre mantuvo el pH estable durante el almacenamiento.

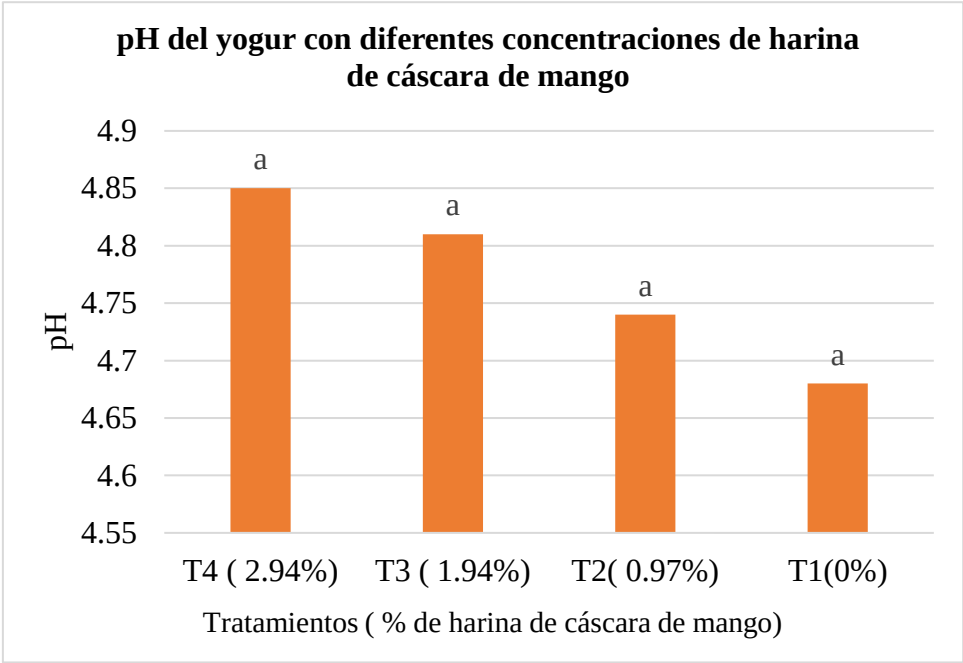


Ilustración 2. Comportamiento del pH del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

6.2.3. Comportamiento de los °Brix

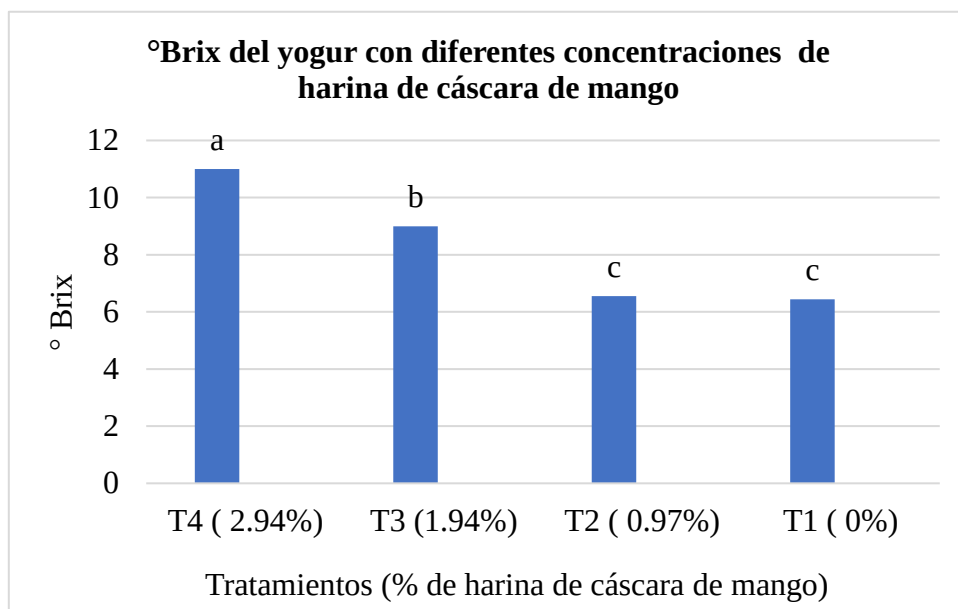
En la Ilustración 3, se presenta el comportamiento de los sólidos solubles (°Brix) en los tratamientos elaborados con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango.

Se observaron valores que oscilaron entre 6.44 y 11.0 °Brix mostrando un incremento progresivo conforme aumento la cantidad de harina de cáscara de mango incorporada.

El análisis de varianza (ANOVA) mostró que existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.0001$) entre tratamientos, evidenciando que la adición de harina de cáscara de mango influyó de manera directa y significativa sobre el contenido de sólidos

solubles. De acuerdo con la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$), los tratamientos T3 (1.94%) y T4 (2.91) presentaron los valores más elevados, siendo estadísticamente diferentes al control (T1 = 0 %) y al tratamiento T2 (0.97 %).

El incremento significativo de los °Brix con el aumento del porcentaje de harina coincide con los hallazgos de (Pramanik et al., 2025), quienes reportaron que la incorporación de harinas vegetales en yogures aumenta los sólidos solubles debido al aporte de carbohidratos y azúcares del subproducto.



a, b, c. letras distintas en la misma columna indica diferencia estadísticamente significativa.

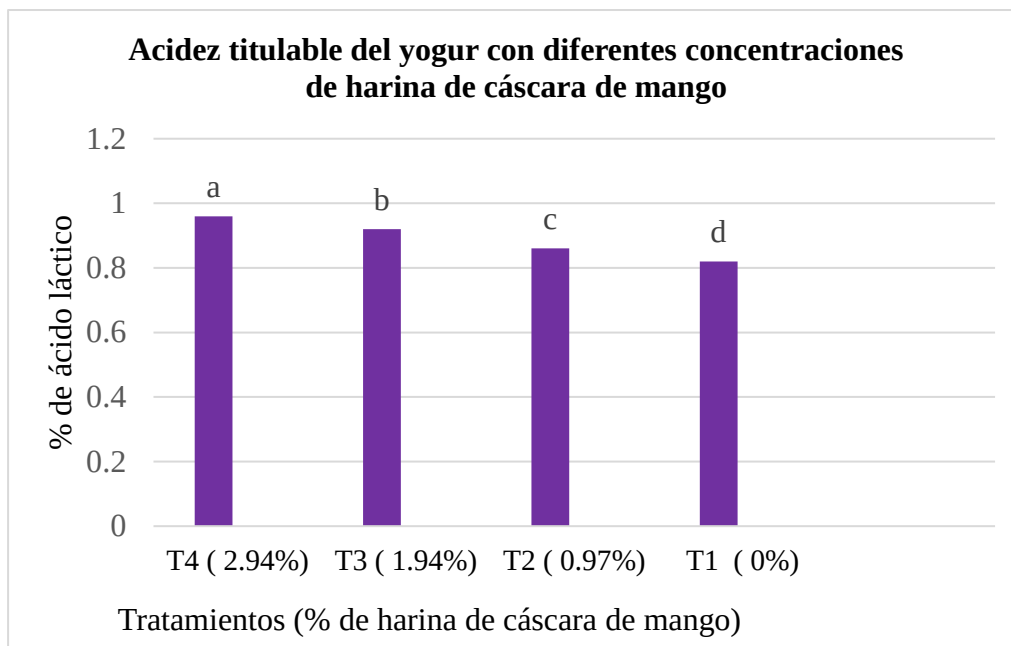
Ilustración 3. Comportamiento de los °Brix del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

6.2.4. Comportamiento de la acidez titulable

En la Ilustración 4, se presenta el comportamiento de la acidez titulable en los tratamientos elaborados con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango. Los valores oscilaron entre 0.82 y 0.96% de ácido láctico, mostrando un incremento progresivo conforme aumento el porcentaje de harina añadida.

El análisis de varianza (ANOVA) mostro diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre tratamientos, lo que evidencia que la adición de harina de cáscara de mango influyo de manera directa y significativa sobre la acidez del yogur. De acuerdo con la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$), el tratamiento T4 (2.91%) presentó el valor más elevado de acidez, seguido de T3 (1.94%) y T2 (0.97 %), mientras que el control (T1 = 0 %) registró el valor más bajo, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

El incremento de la acidez con la incorporación de harina de cáscara de mango se debió al aporte de azúcares fermentables y compuestos orgánicos presentes en la harina, ya que sirven como sustrato a las bacterias lácticas durante la fermentación intensificando la producción de ácido láctico. Este comportamiento coincide con lo reportado por (Mahomud et al., 2024) , quienes observaron un aumento en la acidez de yogures probióticos al incorporarles harina de cáscara de plátano. Asimismo resultados similares fueron descritos por (Güler-Akın et al., 2018) en yogures enriquecidos con fibra de celulosa donde la acidez titulable fue mayor respecto al control, confirmando que la adición de fibra favorece el metabolismo de cultivos lácticos, evidenciando que la fibra promueve el metabolismo de cultivos lácticos.



a, b, c. letras distintas en la misma columna indica diferencia estadísticamente significativa.

Ilustración 4. Comportamiento de la acidez titulable del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

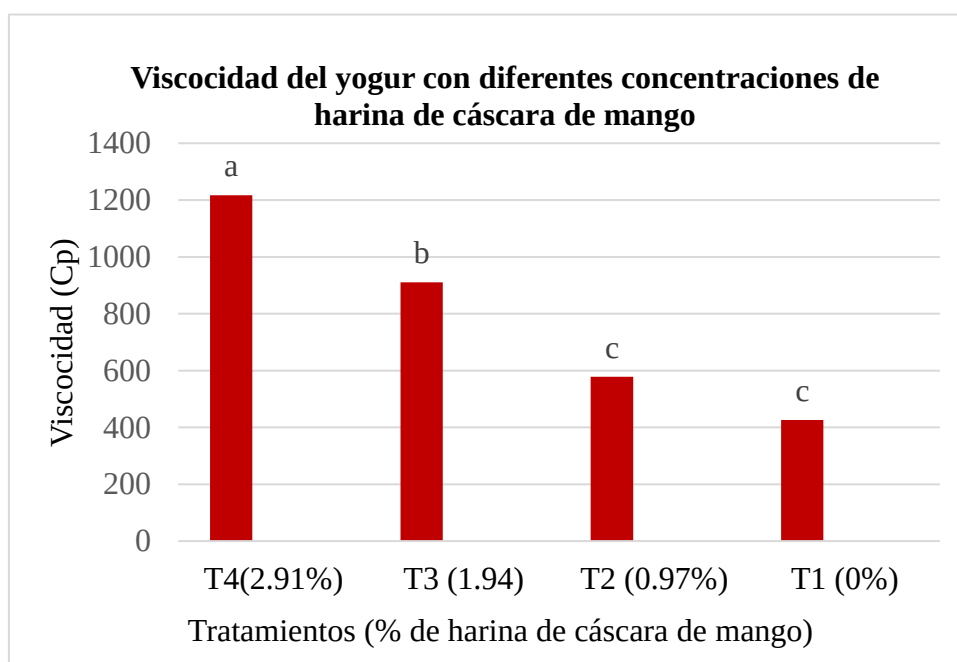
6.2.5 Comportamiento de la viscosidad

En la Ilustración 5, se presenta el comportamiento de la viscosidad en los tratamientos elaborados con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango. Los valores oscilaron entre 425.87 y 1217.47 cP mostrando un incremento progresivo conforme aumentó el porcentaje de harina incorporada.

El análisis de varianza (ANOVA) mostro diferencias significativas (<0.0001) entre tratamientos, lo que demuestra que la adición de cáscara de mango influyó significativamente en la viscosidad del yogur. De acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), el tratamiento T4 (2.91) presentó la viscosidad más alta, seguido de T3 (1.94 %) y

T2 (0.97 %), mientras que el control (T1 = 0 %) mostró el valor más bajo, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

El aumento de la viscosidad se le atribuye al contenido de fibra y compuestos estructurales presentes en la cáscara de mango, los cuales incrementan la capacidad de retención de agua y favorecen la formación de una red más densa en la matriz del yogur. Este incremento concuerda con los hallazgos de (Güler-Akın et al., 2018), quienes observaron cambios significativos en el índice de consistencia y la viscosidad aparente en yogures fortificados con distintas fibras. De igual forma, (Sendra et al., 2010) reportaron que la incorporación de fibra de naranja aumentó la viscosidad del yogur. De la misma manera (ALKaisy et al., 2024) demostraron que al aumentar la proporción de fibra de trigo al 4% en yogur, la viscosidad paso de 2100 cP a 2750 cP en el primer día de almacenamiento. Asimismo (Akal, 2023) revisaron el uso de fibra dietética como estabilizante en productos lácteos y destacaron que una mayor retención de agua y una red proteica fibra más compacta favorecen la firmeza y la viscosidad del gel, estos resultados sugieren que la harina de cáscara de mango actúa como agente texturizante natural, mejorando la estructura del yogur al aumentar la retención del agua, la cohesión y la firmeza del coagulo.



a, b, c. letras distintas en la misma columna indica diferencia estadísticamente significativa.

Ilustración 5. Comportamiento de la viscosidad del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

6. 2.7 Analisis sensorial

Tabla 5. Resultado del análisis sensorial

Trata miento	Sabor	Olor	Color	Textura	Aceptabilidad en general
T1	4.93 ± 1.45 ^b	4.9 ± 1.30 ^b	4.76 ± 1.97 ^b	4.76 ± 1.52 ^b	5.01 ± 1.35 ^{bc}
T2	5.37 ± 1.17 ^{ab}	4.91 ± 1.23 ^b	4.81 ± 1.80 ^b	4.81 ± 1.46 ^b	5.43 ± 1.37 ^b
T3	5.81 ± 1.31 ^a	6.06 ± 1.36 ^a	6.13 ± 1.24 ^a	6.13 ± 1.05 ^a	6.4 ± 1.07 ^a
T4	4.27 ± 1.33 ^c	4.54 ± 1.18 ^b	4.6 ± 1.56 ^b	4.6 ± 1.73 ^c	4.53 ± 1.64 ^c

T1. Yogur con 0% de harina de cáscara de mango

T2. Yogur con 0.97 % de harina de cascáa de mango

T3. Yogur con 1.94% de harina de cascáa de mango

T4. Yogur con 2.91% de harina de cascáa de mango

a, b, c. letras distintas en la misma columna indica diferencia estadísticamente significativa.

En la Tabla 5, se presentan las medias y desviaciones estandar obtenidas en la evaluación sensorial del yogur con las diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos en todos los atributos evaluados. El tratamiento T3 (1.94% de harina) presentó las puntuaciones más altas en color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, lo que indica una mayor aceptación global. En contraste, el tratamiento T4 (2.91 %) obtuvo las menores calificaciones, reflejando la reducción de la preferencia a medida que aumentó la concentración de harina. Estos resultados coinciden con lo reportado por (Raju & Pal, 2014) observando

que niveles moderados de fibra vegetal en yogur mejoran la textura y estabilidad , mientras que niveles altos generan sinéresis o sensación arenosa. Por lo tanto , la concentración intermedia de harina de cáscara de mango representa el punto óptimo sensorial para el desarrollo del yogur.

6.2.8. Aceptabilidad en general

En la ilustración 6, se presenta el índice de aceptabilidad del yogur elaborado con diferentes concentraciones de harina de cáscara de mango. El tratamiento T4(1.94%) obtuvo los puntajes más altos en los atributos evaluados , superando los 80 puntos y clasificándose como el más aceptado por los panelistas. Este comportamiento concuerda con lo señalado por (Munteanu-Ichim et al., 2024), quienes reportaron que la fibra proveniente de subproductos frutales mejora la textura y contribuye a mejorar los atributos sensoriales de los alimentos.

El tratamiento T4 (2.94%) presentó los puntajes más bajos (<70), interpretándose como una menor aceptación. Este comportamiento puede deberse al exceso de fibra insoluble, que genera una textura más densa y sensación grumosa, tal como describe (Pramanik et al., 2025), en formulaciones lácteas suplementadas con cáscaras de frutas.

Los resultados del T3 (0.97%) fueron aceptables, aunque inferiores al T3, lo cual coincide con lo indicado por (Mahomud et al., 2024), quien menciona que cantidades bajas en fibra mejoran ligeramente las propiedades sensoriales, pero un nivel intermedio es el que mejora en mayor parte las propiedades sensoriales.

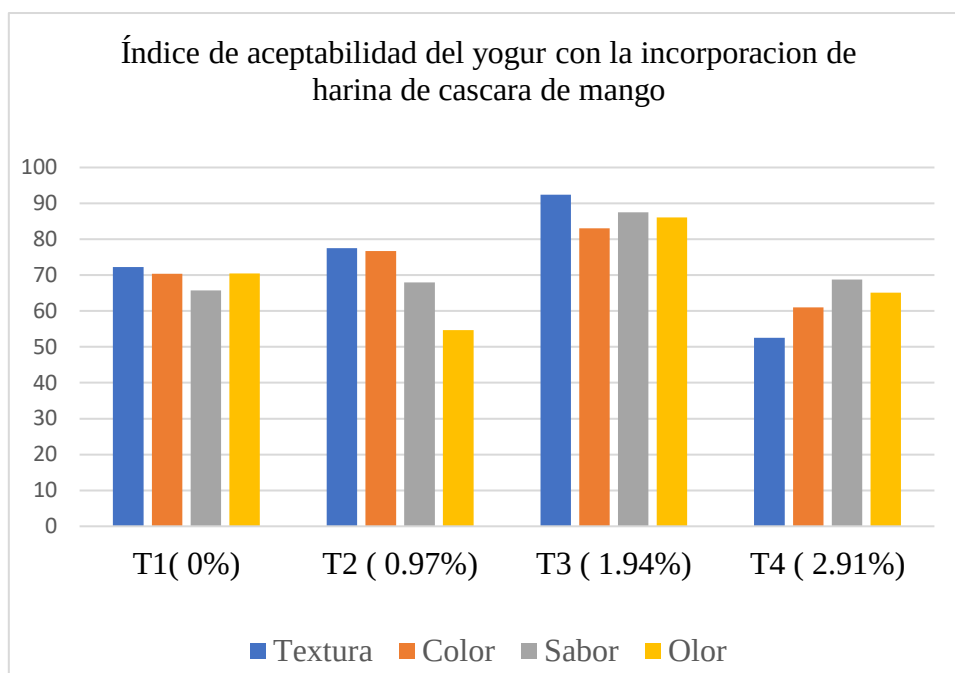


Ilustración 6. Índice de aceptabilidad del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango

6.2.6. Análisis microbiológicos (Bacterias Ácido Lácticas)

Se realizó el recuento de bacterias lácticas mediante la siembra en Petrifilm LAB a partir de las diluciones seriadas de la muestra del tratamiento más aceptado que fue el (T3, 1.94%) de harina de cáscara de mango.

Para el cálculo del resultado se empleó la dilución 10^{-5} (volumen de siembra 1 mL), por presentar conteos dentro del rango de regularidad (30 – 250 UFC/placa). Los valores observados fueron 150 en la primera repetición y 130 en la segunda, obteniéndose un promedio de 140 UFC/ placa.

El tratamiento T3(1.94%) de harina presentó una población viable de bacterias lácticas (1.4×10^7 CFU/g; $\log_{10} = 7.15$), coherente con un producto fermentado con actividad microbiana adecuada. Este valor cumple con el requisito mínimo de bacterias lácticas establecido por el (RTCA-Yogur), que demanda la presencia de microorganismos viables, y activos $\geq 1 \times 10^7$ CFU/g en el producto terminado durante su vida útil.

Tabla 6. Resultados del análisis microbiológico

Tratamiento	Dilución	Promedio de Repeticiones (UFC)	UFC/g	Log ₁₀ (CFU/
T3 (392)	10 ⁻⁵	140	1.4×10 ⁷	7.15

Fuente propia

VII. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Con base en los resultados obtenidos, se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, ya que la incorporación de harina de cáscara de mango Haden sí influyó significativamente en las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del yogur cremoso.

El análisis sensorial mostro diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, destacándose el T3 (1.94 %) como el de mayor aceptacion. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos como los ° Brix, la acidez titulable y la viscosidad aumentaron conforme se incrementó el porcentaje de harina, demostrando que este ingrediente modifiko la composición y las propiedades del producto. Aunque el pH no presento diferencias significativas, se mantuvo dentro de los parámetros esperados para un yogur fermentado.

VIII. CONCLUSIONES

Se obtuvo un yogur cremoso con la incorporación de harina de cáscara de mango Haden, logrando un producto con textura densa y homogénea. La incorporación de la harina favoreció la retención de agua y la formación de una red más compacta, lo que mejoró la cremosidad sin afectar la estabilidad del yogur.

La harina de cáscara de mango presentó un contenido de humedad del 9.14% y un color amarillento ($L = 61.65$, $a = 2.16$, $b^* = 28.50$) indicando que el proceso de secado fue eficiente y apto para ser incorporado al yogur.

Los análisis fisicoquímicos mostraron que la adición de harina modificó parámetros como los °Brix, la acidez titulable y la viscosidad, todos los valores se mantuvieron dentro de los rangos establecidos, garantizando un producto con propiedades aceptables de calidad y seguridad según el RTCA.

La evaluación sensorial identificó al tratamiento con 1.94% de harina T3 como el de mayor aceptación en color, sabor, textura y aceptabilidad en general, mientras que el T4 (2.91%) redujo la aceptación generando una sensación arenosa en la boca.

El tratamiento T3 presentó una concentración de bacterias lácticas de 1.4×10^7 CFU/g ($\log_{10} = 7.15$) cumpliendo con los criterios microbiológicos establecidos por el RTC para yogures, lo que garantiza la calidad del producto desarrollado.

IX. RECOMENDACIONES

Se sugiere incorporar un equipo de molienda de mayor precisión, como un molino de cuchillas de alta velocidad, con el fin de obtener una harina con partículas más pequeñas.

Evaluar, el efecto de diferentes temperaturas y métodos de deshidratación sobre la capacidad antioxidantes y el contenido de compuestos bioactivos de la harina de cáscara de mango Haden, con el fin de optimizar las condiciones y maximizar su potencial funcional.

Realizar análisis microbiológicos a todos los tratamientos para comparar la viabilidad y el comportamiento de las bacterias lácticas en función de los diferentes porcentajes de harina de cáscara de mango.

Evaluar la sinéresis y como cambia la viscosidad a los 7, 14 y 21 días de refrigeración para comprobar si la cremosidad se mantiene en el tiempo.

Medir la fibra dietética total, de la harina de cáscara de mango Haden, con el fin de determinar su aporte funcional.

X. BIBLIOGRAFÍAS

- Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 558-580. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>
- Ahmad, T., Esposito, F., & Cirillo, T. (2024). Valorization of agro-food by-products: Advancing sustainability and sustainable development goals 2030 through functional compounds recovery. *Food Bioscience*, 62, 105194. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105194>
- Ajila, C. M., & Prasada Rao, U. J. S. (2013). Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 444-450. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.017>
- Akal, C. (2023). Using dietary fiber as stabilizer in dairy products: β -glucan and inulin-type fructans. *Journal of Food Science and Technology*, 60(12), 2945-2954. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05651-6>
- ALKaisy, Q. H., Rahi, A. K., & Al-Saadi, J. M. S. (2024). Effect of adding grain flour fibers on the physical, rheological, and sensorial properties of yogurt. *Food Research*, 8(4), 319-326. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(4\).403](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(4).403)
- Ampah, J., Dzisi, K. A., Addo, A., & Bart-Plange, A. (2022). Drying Kinetics and Chemical Properties of Mango. *International Journal of Food Science*, 2022, 6243228. <https://doi.org/10.1155/2022/6243228>

- Arriaga, A., Guzmán, A., Morales, A., Olivares, B., Ramírez-Moreno, E., & Ariza-Ortega, J. (2019). Evaluación de la información nutrimental del etiquetado del yogurt natural y griego. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 7(14), 28-31. <https://doi.org/10.29057/icsa.v7i14.4452>
- Dhankecha, D. B., & Pandey, H. (2022). *Nutritional Evaluation of Kesar Mango Peel Powder*.
- Güler-Akın, M. B., Goncu, B., & Akın, M. S. (2018). Some Properties of Bio-Yogurt Enriched with Cellulose Fiber. *Advances in Microbiology*, 8(1), 54-64. <https://doi.org/10.4236/aim.2018.81005>
- Hadjimbei, E., Botsaris, G., & Chrysostomou, S. (2022). Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods*, 11(17), 2691. <https://doi.org/10.3390/foods11172691>
- Hasan, Md. M., Islam, Md. R., Haque, A. R., Kabir, Md. R., & Hasan, S. M. K. (2024). Fortification of bread with mango peel and pulp as a source of bioactive compounds: A comparison with plain bread. *Food Chemistry Advances*, 5, 100783. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100783>
- Inga, M., Betalleluz-Pallardel, I., Puma-Isuiza, G., Cumpa-Arias, L., Osorio, C., Valdez-Arana, J.-D.-C., & Vargas-De-La-Cruz, C. (2024). Chemical analysis and bioactive compounds from agrifood by-products of peruvian crops. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1341895>
- Kang, S.-S., Kim, M. K., & Kim, Y.-J. (2019). Comprehensive Evaluation of Microbiological and Physicochemical Properties of Commercial Drinking Yogurts in Korea. *Food Science of Animal Resources*, 39(5), 820-830. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e72>

- Kučuk, N., Primožič, M., Kotnik, P., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2024). Mango Peels as an Industrial By-Product: A Sustainable Source of Compounds with Antioxidant, Enzymatic, and Antimicrobial Activity. *Foods*, 13(4), 553. <https://doi.org/10.3390/foods13040553>
- Lucas-García, R., Rosas-Guerrero, V., Alemán-Figueroa, L., Almazán-Núñez, R. C., Violante-González, J., & Kuk-Dzul, J. G. (2021). Spatial Proximity of ‘Ataulfo’ to ‘Haden’ Cultivar Increases Mango Yield and Decreases Incidence of Nubbins. *Agronomy*, 11(3), 450. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030450>
- Mahomud, M. S., Islam, M. N., Hossen, D., Wazed, M. A., Yasmin, S., & Sarker, M. S. H. (2024). Innovative probiotic yogurt: Leveraging green banana peel for enhanced quality, functionality, and sensory attributes. *Heliyon*, 10(19), e38781. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38781>
- Marcillo-Parra, V., Anaguano, M., Molina, M., Tupuna-Yerovi, D. S., & Ruales, J. (2021). Caracterización y cuantificación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante en cáscara de tres variedades diferentes de mango (*Mangifera indica* L.) de la región ecuatoriana mediante HPLC-UV/VIS y UPLC-PDA. *NFS Journal*, 23, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.001>
- Matheyambath, A. C., Subramanian, J., & Paliyath, G. (2016). Mangoes. En B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 641-645). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00442-6>
- Md. Nahidul Islam. (s. f.). (PDF) Fortification of set yoghurts with lemon peel powders: An approach to improve physicochemical, microbiological, textural and sensory properties. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100386>
- Mir, N. A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M., & Beaudry, R. M. (2001). *Harvest Maturity, Storage Temperature, and 1-MCP Application Frequency Alter*

- Firmness Retention and Chlorophyll Fluorescence of 'Redchief Delicious' Apples.* <https://doi.org/10.21273/JASHS.126.5.618>
- Munteanu-Ichim, R.-A., Canja, C.-M., Lupu, M., Bădărău, C.-L., & Matei, F. (2024). Tradition and Innovation in Yoghurt from a Functional Perspective—A Review. *Fermentation*, 10(7), 357. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070357>
- (Ojeda et al. (2022). Mango 'criollo' by-products as a source of polyphenols with antioxidant capacity. Ultrasound assisted extraction evaluated by response surface methodology and HPLC-ESI-QTOF-MS/MS characterization. *Food Chemistry*, 396, 133738. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133738>
- Ojeda, G. A., Sgroppo, S. C., Sánchez-Moreno, C., & de Ancos, B. (2022). Mango 'criollo' by-products as a source of polyphenols with antioxidant capacity. Ultrasound assisted extraction evaluated by response surface methodology and HPLC-ESI-QTOF-MS/MS characterization. *Food Chemistry*, 396, 133738. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133738>
- Pagano, I., Campone, L., Celano, R., Piccinelli, A. L., & Rastrelli, L. (2021). Green non-conventional techniques for the extraction of polyphenols from agricultural food by-products: A review. *Journal of Chromatography A*, 1651, 462295. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462295>
- Pramanik, T., Mazumder, Md. A. R., Jany, J. F., Akash, S. I., Rahman, A., & Bhuiyan, Md. K. H. (2025). Functional yogurt: An approach to fortify yogurt by polyphenols extracted from Bengal currant. *Applied Food Research*, 5(1), 100715. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100715>
- Raju, P. N., & Pal, D. (2014). Effect of dietary fibers on physico-chemical, sensory and textural properties of Misti Dahi. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3124-3133. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0849-y>

- Rațu, R. N., Veleșcu, I. D., Stoica, F., Usturoi, A., Arsenoia, V. N., Crivei, I. C., Postolache, A. N., Lipșa, F. D., Filipov, F., Florea, A. M., Chițea, M. A., & Brumă, I. S. (2023). Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry. *Agriculture*, 13(8), 1559. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081559>
- Rojas-Bravo, M., Rojas-Zenteno, E. G., Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., Aguilar-Sánchez, R., Ruiz-López, I. I., & Ochoa-Velasco, C. E. (2019). A Potential Application of Mango (*Mangifera indica* L. cv Manila) Peel Powder to Increase the Total Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Edible Films and Coatings. *Food and Bioprocess Technology*, 12(9), 1584-1592. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02317-8>
- RTCA-Yogur-vf-CPI.pdf*. (s. f.). Recuperado 31 de octubre de 2025, de https://sde.gob.hn/wp-content/uploads/2023/07/RTCA-Yogur-vf-CPI.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Saleh, M., & Lee, Y. (2023). Instrumental Analysis or Human Evaluation to Measure the Appearance, Smell, Flavor, and Physical Properties of Food. *Foods*, 12(18), 3453. <https://doi.org/10.3390/foods12183453>
- Sarıtaş, S., Mondragon Portocarrero, A. del C., Miranda, J. M., Witkowska, A. M., & Karav, S. (2024a). Functional Yogurt: Types and Health Benefits. *Applied Sciences*, 14(24), 11798. <https://doi.org/10.3390/app142411798>
- Sarıtaş, S., Mondragon Portocarrero, A. del C., Miranda, J. M., Witkowska, A. M., & Karav, S. (2024b). Functional Yogurt: Types and Health Benefits. *Applied Sciences*, 14(24), 11798. <https://doi.org/10.3390/app142411798>
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2010a). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as

- a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 43(4), 708-714. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.12.005>
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2010b). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 43(4), 708-714. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.12.005>
- Serna-Cock, L., García-Gonzales, E., & Torres-León, C. (2016). Agro-industrial potential of the mango peel based on its nutritional and functional properties. *Food Reviews International*, 32(4), 364-376. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1094815>
- Tariq, A., Sahar, A., Usman, M., Sameen, A., Azhar, M., Tahir, R., Younas, R., & Issa Khan, M. (2023). Extraction of dietary fiber and polyphenols from mango peel and its therapeutic potential to improve gut health. *Food Bioscience*, 53, 102669. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102669>
- Torres-León, C., Ramírez-Guzmán, N., Ascacio-Valdés, J., Serna-Cock, L., dos Santos Correia, M. T., Contreras-Esquivel, J. C., & Aguilar, C. N. (2019). Fermentación en estado sólido con *Aspergillus niger* para mejorar el contenido fenólico y la actividad antioxidante de la semilla de mango mexicano: Una fuente prometedora de antioxidantes naturales. *LWT*, 112, 108236. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.06.003>
- Vanessa, B. G. C. (2010). *Desarrollo y evaluación de un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango*.
- Yahia, E. M., Ornelas-Paz, J. de J., Brecht, J. K., García-Solís, P., & Maldonado Celis, M. E. (2023). La contribución del fruto del mango (*Mangifera indica* L.) a la nutrición y salud humana. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(7), 104860. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104860>

XI. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial que se utilizó para la evaluación sensorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Panelista N#_____

Fecha____/____/____

Edad_____

Sexo: ☐ F

M ☐

Indicaciones:

En el siguiente formato de evaluación sensorial se midieron los atributos de color, sabor, olor, textura del yogur con la incorporación de harina de cascara de mango criollo, en base a una escala hedónica de 7 puntos para cuatro tipos de muestras, donde estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considere que posee el producto

acorde a los atributos a evaluar.

Antes de pasar muestras favor, Muestra x	Puntaje	Significativo		a cada una de las enjuagar la boca							
	1	Me disgusta mucho									
	2	Me disgusta moderadamente									
	3	Me disgusta poco									
	4	No me gusta ni me disgusta									
	5	Me gusta poco									
	6	Me gusta moderadamente									
	7	Me gusta mucho									
Atributo		1	2	3	4	5	6	7			
<i>Color</i>											

<i>Sabor</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad</i>							

Muestra x

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Sabor</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad</i>							

Muestra x

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Sabor</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad</i>							

Observaciones: -----

Anexo 2. Proceso de elaboración de harina de cascara de mango variedad Haden

Lavado

Desinfección

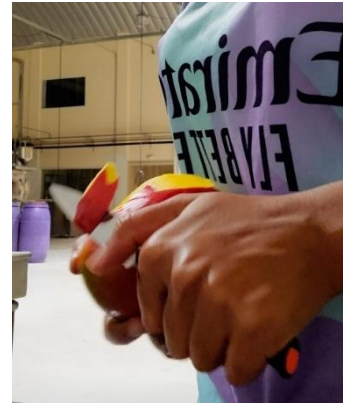
Pelado



Pesado



Deshidratado



Molido



Tamizado



Analisis de humedad



Envasado



Anexo 3. Proceso de elaboración del yogur con harina de cáscara de mango

Filtración



Pasteurización



Inoculación



Enfriamiento



Cuarto frío



Adición de la harina



Homogenización



Envasado



Anexo 4. Realización de los análisis fisicoquímicos.

Medición de ° Brix



Medición de pH



Titulación



Medición de viscosidad



Analisis sensorial



Analisis de Bacterias
lácticas



Incubación

