



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS**



INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**PROYECTO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE
TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA DE INVESTIGACION:
EVALUACIÓN DE DIFERENTES FORMULACIONES DE CREMA DE LECHE
SABORIZADA CON MANGO (*MANGIFERA INDICA*)**

AUTORES:
GUACHAMIN CASTRO JUAN GENARO
PARRALES QUIJIJE DEIVIS JOEL

TUTOR;
ING. MIRABELLA DEL JESÚS LUCAS ORMAZA. MG.

2025(2)

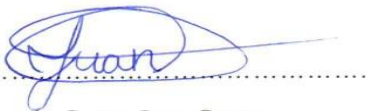
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Nosotros, GUACHAMIN CASTRO JUAN GENARO con C.I. 0850876228 y PARRALES QUIIJE DEIVIS JOEL con C.I. 1314408038 declaramos que el presente trabajo de titulación denominado, **“EVALUACIÓN DE DIFERENTES FORMULACIONES DE CREMA DE LECHE SABORIZADA CON MANGO (MANGIFERA INDICA)”** es de nuestra autoría.

Asimismo, autorizamos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para que realice la digitalización y publicación de este proyecto en el repositorio digital de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley orgánica de educación superior.

La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Lo certificamos:



Guachamin Castro Juan Genaro



Parrale Quijije Deivis Joel

Manta, 16 diciembre de 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante GUACHAMIN CASTRO JUAN GENARO, legalmente matriculado/a en la carrera de Agroindustria, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "*Evaluación de diferentes formulaciones de crema de leche saborizada con mango (Mangifera indica)*".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta 16 Diciembre de 2025

Lo certifico,


 ING. MIRABELLA DEL JESÚS LUCAS ORMAZA. MG.
Docente Tutor(a)

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante PARRALES QUIJIJE DEIVIS JOEL, legalmente matriculado/a en la carrera de Agroindustria, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es *"Evaluación de diferentes formulaciones de crema de leche saborizada con mango (Mangifera indica)"*.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta 16 Diciembre de 2025

Lo certifico,



ING. MIRABELLA DEL JESÚS LUCAS ORMAZA. MG.
Docente Tutor(a)

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa académica, guiando cada uno de mis pasos y dándome la perseverancia para superar los desafíos presentados a lo largo de este proceso mi más profundo agradecimiento a mis padres, José Guachamín y Jenny Castro, quienes en todo momento me brindaron su apoyo incondicional, confianza y motivación.

Agradecimientos a mis tíos y primos, por su acompañamiento, apoyo moral y palabras de ánimo durante esta etapa tan importante de mi formación profesional, los cuales contribuyeron significativamente a mantenerme firme en este camino y de manera especial, expreso mi sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, Ing. Mirabella del Jesús Lucas Ormaza, Mg., por sus valiosas orientaciones académicas, su dedicación, compromiso y vocación por la enseñanza. Su guía, entrega y calidad humana fueron esenciales para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación. A todos ellos, mi gratitud infinita por ser parte fundamental de este logro académico.

Juan Genaro Guachamin Castro

Agradecimiento

Quiero dar las gracias a Dios, mis padres, hermanas, amigos y demás familiares que me han acompañado en el transcurso de mi vida, y extendiendo mi gratitud a las personas que hicieron que esta tesis sea posible. Este proyecto hace referencia a que cada esfuerzo obtiene sus frutos, la dedicación y aprendizaje acumulado fueron de vital importancia para poder concluir esta tesis

Reconozco especialmente a los amigos que estuvieron presentes en momentos difíciles, brindándome motivación y apoyo incondicional. Asimismo, agradezco a mi tutora de tesis, la Ing. Mirabella Del Jesús Lucas, por su orientación profesional, dedicación y paciencia durante el desarrollo de este trabajo investigativo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que formaron parte de este proceso y a quienes, aun cuando ya no estén presentes, dejaron enseñanzas significativas.

Deivis Joel Parrales Quijije

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mis amados padres José Guachamín y Jenny Castro, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante han sido el pilar fundamental a lo largo de toda mi trayectoria académica. Su confianza en mí, sus consejos y su ejemplo de perseverancia han sido determinantes para alcanzar este logro. A mi abuela, que en paz descansa, cuyo recuerdo vive en mi corazón. Su fortaleza, sabiduría y palabras de aliento fueron una fuente permanente de inspiración y motivación para no rendirme ante las dificultades y seguir adelante con determinación. A ellos les dedico este trabajo, como muestra de gratitud y reconocimiento por ser parte esencial de este camino y de este logro académico.

Juan Genaro Guachamin Castro

Dedicatoria

Dedico este logro a mis padres, Fredy Parrales y Mercedes Quijije, por su constante apoyo y mutuo cariño, sin ellos nunca hubiese hecho posible este gran logro, su esfuerzo constante fue lo que me planteo no rendirme en este proceso.

A mis hermanas Angelica Parrales; Mirna Parrales que por su amor incondicional que me han brindado, con las cuales he pasado momentos de alegría y tristeza, además de inspirarme a seguir adelante.

A mis abuelos, tíos y demás familiares le dedico también este logro compartido. Que significa que seguí todos sus consejos al pie de la letra.

A los pocos amigos que estuvieron en situaciones complicadas de mi vida y que me brindaron de apoyo y motivación fundamental, siendo pilares importantes y ganándose el respeto y aprecio de mi parte, aunque sus nombres no este plasmado en este documento se que su influencia ha sido de suma importancia.

A mi tutora de tesis la Ing. Mirabella Del Jesús Lucas, por su valioso apoyo y orientación a lo largo de este proceso. Es un gran honor haber trabajado a su lado, gracias por su tiempo, paciencia y carisma que fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

A mi compañero de tesis, Guachamin Castro Juan, gracias por tu apoyo en los momentos donde se me dificultaba realizar el avance del proyecto el compromiso y colaboración mutua fueron los puntos clave para finalizar este logro.

A todas las personas que conocí en este lapso de tiempo y aunque, quizás ya no se encuentren en este mundo terrenal, me transmitieron sus enseñanzas y solo me queda decir ¡GRACIAS!

Esta tesis solo es el reflejo de su apoyo. ¡Agradezco por haber formado parte de mi vida!

Deivis Joel Parrales Quijije

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar distintas formulaciones de crema de leche saborizada con mango (*Mangifera indica*) para determinar la combinación óptima de pulpa y espesante natural que garantice estabilidad fisicoquímica, adecuada estructura de la emulsión y calidad durante el almacenamiento en refrigeración. Se aplicó un diseño experimental multifactorial con tres niveles de concentración de pulpa, diferentes porcentajes de espesante y un seguimiento de 15 días. Se analizaron parámetros como pH, viscosidad, textura e índice de estabilidad, con el fin de evaluar el comportamiento del sistema frente a fenómenos de desestabilización propios de emulsiones lácteas.

Los resultados evidenciaron que la interacción entre los sólidos de la pulpa y el almidón influye directamente en la respuesta reológica y estructural del producto. Las formulaciones con mayor contenido de sólidos mostraron incrementos significativos en viscosidad y firmeza, debido a la formación de redes poliméricas más densas que mejoran la retención de agua y la cohesión interna. No obstante, el almacenamiento prolongado afectó la estabilidad, observándose mayor tendencia a separación de fases entre los 10 y 15 días. La formulación con 30% de pulpa y 4% de espesante presentó el mejor equilibrio entre estabilidad estructural, propiedades sensoriales y conservación en refrigeración.

Es técnicamente viable desarrollar este producto si se mantiene un balance adecuado entre los sólidos de la fruta y el espesante. El estudio aporta fundamentos para el diseño de emulsiones lácteas con frutas tropicales y su potencial aplicación industrial con el propósito de fortalecer el comercio y garantizar la inocuidad del producto final.

PALABRAS CLAVES; Crema de leche, Mango (*Mangifera indica*), pH, Viscosidad, Textura, Estabilidad de la emulsión

ABSTRACT

The research aimed to evaluate different formulations of mango (*Mangifera indica*) flavored cream to determine the optimal combination of pulp and natural thickener that guarantees physicochemical stability, adequate emulsion structure, and quality during refrigerated storage. A multifactorial experimental design was applied with three pulp concentration levels, different thickener percentages, and a 15-day monitoring period. Parameters such as pH, viscosity, texture, and stability index were analyzed to evaluate the system's behavior in the face of destabilization phenomena typical of dairy emulsions.

The results showed that the interaction between pulp solids and starch directly influences the rheological and structural response of the product. Formulations with higher solids content showed significant increases in viscosity and firmness due to the formation of denser polymer networks that improve water retention and internal cohesion. However, prolonged storage affected stability, with a greater tendency toward phase separation observed between 10 and 15 days. The formulation with 30% pulp and 4% thickener exhibited the best balance between structural stability, sensory properties, and refrigerated shelf life.

Developing this product is technically feasible if an appropriate balance between fruit solids and thickener is maintained. This study provides a foundation for the design of dairy emulsions with tropical fruits and their potential industrial application, with the aim of strengthening trade and ensuring the safety of the final product.

KEYWORDS; Milk cream, Mango (*Mangifera indica*), pH, Viscosity, Texture, Emulsion stability

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	1
2. METODOLOGIA	3
2.1. Variables Independientes:	3
2.2. Variables Dependientes.....	4
3. ANALISIS Y CONTROLES DE LABORATORIO	4
3.1. Prueba de pH.....	4
3.2. Prueba de Textura	4
3.3. Prueba de viscosidad.....	5
3.4. Estructura de la emulsión	5
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	5
4.1. pH	6
4.2. Discusión del pH.....	7
4.3. Textura.....	7
4.4. Discusión de la textura.....	9
4.5. Viscosidad.....	9
4.6. Discusión de la viscosidad	10
4.7. Estructura de la emulsión	10
4.8. Discusión sobre la caracterización estructural de la emulsión	11
5. CONCLUSION	12
6. RECOMENDACIONES	13
7. BIBLOGRAFIA	14

ÍNDICE DE TABLA

Tabla # 01: Anova de los tratamientos.....	5
Tabla #02 Resultados prueba tukey – Ph	6
Tabla #03 Resultados prueba tukey - Textura.....	8
Tabla #04 Resultados prueba tukey - Viscosidad	9
Tabla #05 Resultados prueba tukey – Estructura de la emulsion.....	11

1. INTRODUCCION

La crema de leche es un producto lácteo que se obtiene por la separación de la materia grasa de la leche. Se presenta como una emulsión de grasa en agua, donde los glóbulos grasos se encuentran dispersos en la fase acuosa de la leche desnatada (Walstra, 2005). Se considera un producto lácteo que debe cumplir estándares de grasa entre 10 % y 80 % del total de la materia grasa, representando al menos dos tercios de los sólidos totales secos (FAO, 2011). Su composición y propiedades la hacen un ingrediente versátil en la industria alimentaria, empleada en una amplia gama de productos lácteos, postres y platos salados. También se define como "el producto lácteo relativamente rico en grasa separada de la leche y que adopta la forma de una emulsión de un tipo de leche desnatada con grasa. La composición final puede ajustarse mediante la adición de leche o leche desnatada (FAO).

La incorporación de frutas tropicales como el mango (*Mangifera indica* L.) en productos lácteos ha ganado considerable interés en las regiones tropicales como Ecuador debido a su atractivo sensorial, valor nutricional y potencial para el desarrollo de productos innovadores. Es una de las frutas tropicales más populares para este fin, valorado por su sabor distintivo, aroma, color y perfil nutricional. Este interés ha generado que el mango se utilice en la elaboración de varios productos lácteos como:

El Yogur el cual se le puede incorporar pulpa, puré, trozos (frescos o pasteurizados) o concentrado, aportando dulzura y acidez natural que complementan la base láctea fermentada, y su color vibrante mejorando la apariencia (Morton, 1987). Es importante considerar la interacción de los sólidos del mango (azúcares y pectinas) con el sistema de congelación para evitar la formación de cristales de hielo grandes (Goff, H. D., & Hartel, R. W., 2013).

La crema Espesa posee un contenido de grasa láctea que es superior, entre 36% y 40%. Esta crema es de mayor proporción de glóbulos grasos lo que permite incorporar aire y formar una estructura estable (Juan, 2025). La Doble Crema o Nata doble posee el mayor contenido de grasa, usualmente por encima del 45% (Joel, 2025). La crema acidificada es muy usada en aderezos, salsas y como acompañamiento de platos salados, esta se obtiene al fermentar la crema con cultivos bacterianos específicos (como *Lactococcus lactis* o *Leuconostoc mesenteroides*), lo que produce ácido láctico y le confiere un sabor ácido característico y una textura más espesa (Shircliff, 2023).

En los talleres de procesos de la carrera de Agroindustrias, se elaboran productos lácteos como parte de la formación práctica de los estudiantes, entre ellos la crema de leche saborizada, aquí desarrollan distintas formulaciones de este producto sin una validación científica sobre cómo afectan estas variables en su estabilidad y calidad del producto durante el almacenamiento

Variables como la concentración de grasa, uso de espesantes naturales y condiciones de conservación pueden influir significativamente presentándose como un desafío para determinar la vida útil del producto (Inungaray, 2012).

Es necesario realizar un seguimiento y evaluación de distintas formulaciones de crema de leche sabor a mango elaboradas en los talleres de procesos de la carrera de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, a fin de identificar las combinaciones óptimas que permitan prolongar su estabilidad estructural y garantizar una mayor vida útil bajo condiciones de almacenamiento controladas además de inspecciones visuales periódicas para detectar cambios en su apariencia.

La crema de leche saborizada con frutas tropicales representa una innovación agroindustrial de alto valor agregado, especialmente en regiones como Manabí, donde se aprovecha el mango. La crema de leche con mango combina componentes altamente perecederos y sensibles, como la grasa láctea con ingredientes naturales, lo cual plantea desafíos importantes en términos de estabilidad fisicoquímica, textura, viscosidad y acidez para su conservación (Shukla, 2017).

La investigación permitirá identificar cómo influyen factores como la concentración de grasa, el uso de espesantes naturales y el tiempo de almacenamiento en la calidad del producto. A través del seguimiento de variables clave como la textura, viscosidad, estabilidad de la emulsión y acidez se obtendrán datos relevantes para definir la formulación óptima y las condiciones ideales de conservación lo que según Scott (2003) estas contribuyen con criterios técnicos al fortalecimiento de los procesos de elaboración de cremas de leches, yogures entre otros.

El objetivo general de esta investigación es determinar la combinación óptima entre la concentración de pulpa y el porcentaje de espesante natural como lo es la maicena que permita maximizar la estabilidad fisicoquímica del producto, manteniendo sus propiedades de textura, viscosidad, emulsión y acidez durante el periodo de almacenamiento. Con ello se busca prolongar la vida útil de la crema de leche saborizada con mango, garantizando su calidad estructural bajo condiciones controladas de refrigeración.

2. METODOLOGIA

Esta investigación es de tipo experimental, ya que se manipularán variables independientes (concentración de pulpa, porcentaje de espesante natural y tiempo de almacenamiento) para observar su efecto sobre variables dependientes como la textura, viscosidad, estabilidad de la emulsión, acidez (pH). Donde la unidad de muestreo fue 250g por cada replica, de crema de leche saborizada con pulpa de mango (*Mangifera indica L.*) utilizando como espesante almidón de maíz. El estudio también es cuantitativo, porque se recolectarán datos numéricos para analizar y comparar los tratamientos, toda esta actividad de investigación se realizó en los talleres y laboratorios del bloque de Agropecuaria de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Se propuso un diseño experimental trifactorial $3 \times 3 \times 4$ con 3 repeticiones, dando un total de 107 unidades experimentales. Los datos fueron procesados en el programa SPSS, aplicando un ANOVA con un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$).

2.1. Variables Independientes:

A: Tipo de Pulpa de Fruta.

A1: Mango

B: Concentración de pulpa de mango.

B1: 15%

B2: 30%

B3: 45%

C: Espesantes naturales (almidón de maíz).

C1: 2%

C2: 4%

C3: 6%

D: Tiempo de almacenamiento.

D1: 0 días

D2: 5 días

D3: 10 días

D4: 15 días

2.2. Variables Dependientes

- pH
- Textura
- Viscosidad
- Estructura de la emulsión

3. ANALISIS Y CONTROLES DE LABORATORIO

La investigación se realizó en los talleres de procesos de la carrera de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, donde se analizó cómo afectan las variables independientes, concentración de pulpa de mango (15%, 30% y 45%), porcentaje de almidón de maíz como espesante (2%, 4% y 6%) en el tiempo de almacenamiento (0, 5, 10 y 15 días), sobre las variables dependientes: textura, viscosidad, estabilidad de la emulsión y pH de una crema de leche saborizada con pulpa de Mango. Cada formulación fue envasada en vasos plásticos sellados térmicamente y almacenados en refrigeración a una temperatura controlada de 4 °C

3.1. Prueba de pH

Fue determinado mediante un pH-metro (AC INFINITY; AC-PHM3), donde previamente se calibro el instrumento, durante cada análisis de las muestras correspondientes al día almacenado (0, 5, 10 y 15 días), se retiró el sello hermético del envase que contenía la crema de leche, donde de primer plano el electrodo fue colocado en cada una de las muestras de crema de leche saborizada con mango, durante cada resultado de las muestras a analizar fue calibrado el pH-metro para garantizar una lectura precisa.

3.2. Prueba de Textura

El método utilizado mencionado (al et & Natalia, 2017) para el análisis de la textura de cada muestra se evaluó mediante un texturómetro (SHIMADZU, EZ-LX), El equipo registra la resistencia mecánica de la muestra al desplazamiento controlado valorando la resistencia como indicador estructural reflejadas en unidades de medida Newton (N) , permitiendo cuantificar los análisis esenciales para garantizar la calidad sensorial del producto donde se utilizó una sonda de penetración de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud, que tiene un desplazamiento a velocidad constante de 20 mm/s, donde se alcanzó una profundidad de penetración de 15 mm en la muestra. Además, cabe recalcar que las muestras se realizaron por triplicado con la finalidad de garantizar la credibilidad.

3.3. Prueba de viscosidad.

En primer lugar el equipo fue ajustado a los requerimientos necesarios para determinar de forma precisa los resultados de estos tratamientos, se menciona también que la crema será analizada mediante un viscosímetro rotacional (Brookfield, USA), donde se utilizó un rotor numero 3 a una velocidad constante de 30 rpm donde se menciona que las muestras fueron sometidas en tres partes para el respectivo análisis, los valores obtenidos de la resistencia al flujo de la crema fueron determinados en unidades de centipoise (cP),

3.4. Estructura de la emulsión

Para este método se realizó con ayuda de la centrifuga (SIGMA, 2 - 16P) donde en primer lugar se agregó 10 ml de crema de leche saborizada con mango, en tubos de centrifuga y se procedió al centrifugado con un tiempo estimado de 15 minutos a 3000 rpm, una vez cumplido el tiempo se observó la separación de fases de la crema (crema-suero) al cual se le midió su volumen en ml para así proceder a calcular el porcentaje de Índice de Estabilidad de la Emulsión mediante la siguiente fórmula:

$$IEE = \frac{\text{Altura de la emulsion estable (ml)}}{\text{Altura total de la muestra (ml)}} \times 100\%$$

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en los análisis propuestos a la crema con adición de pulpa de mango fueron tabulados en el programa SPSS mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) tal como se observa en la tabla #01, las variables estudiadas: porcentaje de crema, pulpa y espesante natural, influyeron en las variables dependientes como son pH, textura, viscosidad y estructura de la emulsión.

Tabla # 01: Anova de los tratamientos

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	,343	35	,010	7,109	,00
	Dentro de grupos	,099	72	,001		
	Total	,442	107			
Textura newton	Entre grupos	,346	35	,010	24,92	,00
	Dentro de grupos	,029	72	,000		
	Total	,375	107			
Viscosidad Mpas	Entre grupos	23251107,82	35	664317,36	62,82	,00
	Dentro de grupos	761349,250	72	10574,29		
	Total	24012457,07	107			
Extructura %	Entre grupos	58502,500	35	1671,50	154,65	,00
	Dentro de grupos	778,167	72	10,80		
	Total	59280,66	107			

Los datos obtenidos indican que las variables independientes (% pulpa de mango, % de espesante Maicena y Dias de almacenamiento) influyen de manera significativa sobre las variables dependientes evaluadas: pH, textura, viscosidad y estructura de la emulsión. Estos resultados concuerdan con el objetivo general planteado en el estudio y apoyan la hipótesis de que la interacción entre las distintas formulaciones de la crema y el porcentaje de espesante modula la conservación y calidad de la crema saborizada con mango.

4.1. pH

El análisis estadístico mediante ANOVA ($p < 0,05$) Tabla #01, complementado con la prueba de Tukey, Tabla #02 evidenció agrupaciones homogéneas amplias, en las que la mayoría de los tratamientos se distribuyeron con diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$). Estos datos nos indica que las variaciones en las proporciones de crema, y pulpa, si generaron ligeros cambios estadísticamente significativos en el pH de las formulaciones. La presencia de varios subconjuntos iguales sugiere que el sistema emulsionado se mantuvo ligeramente estable desde el punto de vista ácido-base, dando anotar una ligera tendencia marcadas hacia la acidificación en cuanto a las cremas de leche con mayor concentración de pulpa 30 y 45%.

Como se evidencia en la Tabla #02 que a pesar de las diferencias significativa los valores de pH de todos los tratamientos se encuentran dentro de un rango ligeramente neutral que es entre 6,2 y 6,4. Esta tendencia se confirma en los subgrupos con los pH más altos, donde se registraron las formulaciones con los porcentajes más elevados de crema 83% y 79% y el menor contenido de pulpa 15%. Donde la mayor presencia de grasa láctea contribuye a elevar ligeramente el pH, mientras que la baja concentración de pulpa limita la acidificación de la mezcla, manteniendo los valores en un rango prácticamente neutro

Tabla #02 Resultados prueba tukey – Ph

TRATAMIENTOS	N	MEDIAS	SUBCONJUNTO PARA ALFA=0,05	SIG
C64% P30% E6% Dia5	3	6,200	a	0.292
C66% P30% E4% Dia10	3	6,200	a	0.292
C64% P30% E6% Dia10	3	6,200	a	0.292
C64% P30% E6% Dia15	3	6,200	a	0.292
C66% P30% E4% Dia5	3	6,233	b	0.292
C68% P30% E2% Dia15	3	6,233	b	0.292
C66% P30% E4% Dia15	3	6,233	b	0.292
C53% P45% E2% Dia15	3	6,233	b	0.292
C49% P45% E6% Dia15	3	6,233	b	0.292
C81% P15% E4% Dia15	3	6,250	b	0.292
C66% P30% E4% Dia0	3	6,267	b	0.292
C51% P45% E4% Dia5	3	6,267	b	0.292
C53% P45% E2% Dia10	3	6,267	b	0.292
C49% P45% E6% Dia10	3	6,267	b	0.292

C51% P45% E4% Dia15	3	6.275	b	0.292
C81% P15% E4% Dia0	3	6.300	c	0.292
C68% P30% E2% Dia0	3	6.300	c	0.292
C64% P30% E6% Dia0	3	6.300	c	0.292
C53% P45% E2% Dia0	3	6.300	c	0.292
C51% P45% E4% Dia0	3	6.300	c	0.292
C49% P45% E6% Dia0	3	6.300	c	0.292
C83% P15% E2% Dia5	3	6.300	c	0.292
C81% P15% E4% Dia5	3	6.300	c	0.292
C68% P30% E2% Dia5	3	6.300	c	0.292
C53% P45% E2% Dia5	3	6.300	c	0.292
C49% P45% E6% Dia5	3	6.300	c	0.292
C81% P15% E4% Dia10	3	6.300	c	0.292
C68% P30% E2% Dia10	3	6.300	c	0.292
C51% P45% E4% Dia10	3	6.300	c	0.292
C83% P15% E2% Dia15	3	6.300	c	0.292
C83% P15% E2% Dia0	3	6.333	d	0.955
C83% P15% E2% Dia10	3	6.333	d	0.955
C79% P15% E6% Dia15	3	6.333	d	0.955
C79% P15% E6% Dia5	3	6.400	d	0.955
C79% P15% E6% Dia10	3	6.400	d	0.955
C79% P15% E6% Dia0	3	6.467	d	0.955

*Letras diferentes muestran diferencia significativa.

4.2. Discusión del pH

Los resultados en la tabla #02 muestran un rango de pH cercano a la neutralidad (6,2–6,4) con una leve tendencia a la acidificación en formulaciones con mayor porcentaje de pulpa (30–45%). En la investigación de Salvatore (2022) indica que los sólidos solubles y ácidos presentes en la pulpa de mango contribuyen a una ligera disminución del pH.

Por lo que a mayores contenidos de grasa láctea tienden a elevarlo o mantenerlo menos ácido, tal como se observa en formulaciones con alto % de crema (Aydogdu, 2023).

Estos hallazgos son coherentes con estudios que muestran que la adición de pulpa/fruta modifica el equilibrio ácido–base y las propiedades fisicoquímicas de matrices lácteas fortificadas con frutas. Además, cambios en pH a niveles modestos pueden afectar la interacción proteína–polisacárido y, por ende, la microestructura final del producto (Minj & Vij, 2025)

4.3. Textura

El análisis de Tukey Tabla #03 generó múltiples subconjuntos, lo que evidencia una alta dispersión entre los grupos, existiendo variaciones significativas en la consistencia de textura entre tratamientos. La presencia de numerosos subconjuntos indica que la textura fue un parámetro altamente sensible a las condiciones de formulación, especialmente al contenido de pulpa y espesante y ligeramente al tiempo de almacenamiento, los cuales influyeron en la firmeza de la emulsión.

Esto lo validamos con los subgrupos finales, que son los de texturas más altas, donde estuvieron conformados por las formulaciones que integraron 45% de pulpa, 6% de espesante y almacenamiento de 15 días. La prueba de Tukey Tabla #03 confirmó que estas combinaciones difieren significativamente de los demás tratamientos. La elevada textura se explica por la interacción sinérgica entre la fibra de la pulpa y el alto contenido de almidón, que genera estructuras más rígidas, compactas y resistentes a la deformación.

En cuanto a los datos de los días nos demuestra que a partir del día 15 existe un efecto significativo del almacenamiento únicamente en las formulaciones con 6% de espesante, probablemente asociado a fenómenos de retrogradación del almidón, lo que fortalece la firmeza de la crema.

Tabla #03 Resultados prueba tukey - Textura

TRATAMIENTOS	N	MEDIAS	SUBCONJUNTO PARA ALFA=0,05	SIG
C81% P15% E4% Dia5	3	0.0262	a	0.187
C83% P15% E2% Dia0	3	0.0298	b	0.085
C79% P15% E6% Dia5	3	0.0352	c	0.089
C83% P15% E2% Dia5	3	0.0378	c	0.089
C53% P45% E2% Dia5	3	0.0477	d	0.067
C79% P15% E6% Dia0	3	0.0537	d	0.067
C81% P15% E4% Dia0	3	0.0703	d	0.395
C68% P30% E2% Dia10	3	0.0757	d	0.395
C83% P15% E2% Dia10	3	0.0833	e	0.059
C64% P30% E6% Dia10	3	0.0919	e	0.059
C51% P45% E4% Dia5	3	0.0920	e	0.059
C53% P45% E2% Dia10	3	0.0958	d	0.395
C53% P45% E2% Dia0	3	0.0963	d	0.395
C68% P30% E2% Dia0	3	0.0971	d	0.395
C66% P30% E4% Dia10	3	0.1114	d	0.395
C79% P15% E6% Dia10	3	0.1206	e	0.059
C53% P45% E2% Dia15	3	0.1213	e	0.059
C81% P15% E4% Dia10	3	0.1414	e	0.059
C51% P45% E4% Dia10	3	0.1470	e	0.059
C64% P30% E6% Dia5	3	0.1477	e	0.059
C51% P45% E4% Dia0	3	0.1621	f	0.054
C68% P30% E2% Dia15	3	0.1632	f	0.054
C68% P30% E2% Dia5	3	0.1636	f	0.054
C66% P30% E4% Dia0	3	0.1671	f	0.054
C66% P30% E4% Dia5	3	0.1679	f	0.054
C51% P45% E4% Dia15	3	0.1683	f	0.054
C66% P30% E4% Dia15	3	0.1771	g	0.190
C49% P45% E6% Dia0	3	0.1777	g	0.190
C64% P30% E6% Dia0	3	0.1853	g	0.190
C83% P15% E2% Dia15	3	0.1856	g	0.190
C81% P15% E4% Dia15	3	0.1903	g	0.190
C49% P45% E6% Dia5	3	0.1935	h	0.053
C49% P45% E6% Dia10	3	0.1982	h	0.053
C79% P15% E6% Dia15	3	0.1982	h	0.053

C64% P30% E6% Dia15	3	0.2002	h	0.053
C49% P45% E6% Dia15	3	0.2248	i	0.079

*Letras diferentes muestran diferencia significativa.

4.4. Discusión de la textura

Los análisis de la tabla #03 muestran que la textura aumenta claramente en las formulaciones con mayor porcentaje de pulpa de 45% y 6% de espesante, especialmente después de 15 días. Según Bühle (2022) este comportamiento es consistente con el papel estructurante tanto de la fibra/polímeros de la pulpa de mango como del almidón (maicena): la fibra y las partículas de pulpa actúan como relleno y como puntos de anclaje en la red, mientras que el almidón gelatinizado aporta una matriz continua que eleva la firmeza y resistencia a la deformación. Gong, (2024) describe que los almidones aumentan la firmeza y la retención de agua en matrices de alimentos y que los componentes de pulpa (fibra, pectinas, polisacáridos) refuerzan la estructura y mejoran la consistencia percibida. Por tanto, los mayores valores de textura observados en los tratamientos son coherentes con la suma sinérgica de pulpa y espesante.

4.5. Viscosidad

El análisis de Tukey Tabla #04 generó hasta catorce subconjuntos homogéneos, este dato nos indica que si existió diferencia significativa y demuestra que la viscosidad fue un parámetro sensible a los cambios de porcentaje de pulpa y espesante. Lo que nos da a entender que incluso pequeñas variaciones en las proporciones de porcentajes producen diferencias apreciables en la viscosidad de la crema saborizada.

Se observa, en la Tabla #04 en los primeros subconjuntos, correspondiente a las formulaciones con viscosidades significativamente más bajas, se ubicaron los tratamientos con 15% de pulpa y 2% de espesante. Donde se puede analizar que la baja presencia de sólidos provenientes del mango y la reducida cantidad de almidón limitan la formación de estructuras internas capaces de ofrecer resistencia al flujo y esta al tener baja porcentaje genera un sistema más fluido, esta menor estructuración explica la viscosidad aparente reducida, concordando con el comportamiento esperado de matrices lácteas con baja concentración de sólidos totales. A diferencia de las formulaciones con mayores concentraciones de pulpa de mango y espesante que tuvieron una mayor viscosidad aparente debido a su mayor estructuración.

Tabla #04 Resultados prueba tukey - Viscosidad

TRATAMIENTOS	N	MEDIAS	SUBCONJUNTO PARA ALFA=0,05	SIG
C83% P15% E2% Dia0	3	1360	a	0.247
C81% P15% E4% Dia0	3	1609	b	0.952
C81% P15% E4% Dia5	3	1644	b	0.952

C68% P30% E2% Dia0	3	1705	c	0.058
C83% P15% E2% Dia5	3	1756	b	0.952
C83% P15% E2% Dia10	3	1795	b	0.952
C51% P45% E4% Dia15	3	2089	b	0.952
C66% P30% E4% Dia0	3	2134	b	0.952
C83% P15% E2% Dia15	3	2137	b	0.952
C81% P15% E4% Dia10	3	2152	b	0.952
C68% P30% E2% Dia5	3	2165	b	0.952
C53% P45% E2% Dia0	3	2184	b	0.952
C51% P45% E4% Dia0	3	2215	b	0.952
C81% P15% E4% Dia15	3	2228	b	0.952
C51% P45% E4% Dia10	3	2236	b	0.952
C79% P15% E6% Dia0	3	2288	c	0.058
C64% P30% E6% Dia0	3	2295	c	0.058
C79% P15% E6% Dia10	3	2296	c	0.058
C79% P15% E6% Dia5	3	2415	d	0.073
C68% P30% E2% Dia10	3	2444	d	0.073
C68% P30% E2% Dia15	3	2611	e	0.120
C53% P45% E2% Dia10	3	2633	e	0.120
C51% P45% E4% Dia5	3	2655	e	0.120
C53% P45% E2% Dia5	3	2683	e	0.120
C53% P45% E2% Dia15	3	2684	e	0.120
C66% P30% E4% Dia5	3	2722	e	0.120
C49% P45% E6% Dia10	3	2731	e	0.120
C64% P30% E6% Dia5	3	2750	f	0.079
C66% P30% E4% Dia15	3	2780	f	0.079
C66% P30% E4% Dia10	3	2802	f	0.079
C49% P45% E6% Dia5	3	2911	f	0.079
C64% P30% E6% Dia10	3	3009	f	0.053
C79% P15% E6% Dia15	3	3077	f	0.053
C49% P45% E6% Dia0	3	3110	g	0.053
C49% P45% E6% Dia15	3	3129	g	0.053
C64% P30% E6% Dia15	3	3153	g	0.164

*Letras diferentes muestran diferencia significativa.

4.6. Discusión de la viscosidad

De igual manera Bühle (2022) expresa que la viscosidad es altamente sensible a pequeñas variaciones en % pulpa y % espesante. El incremento de sólidos solubles y sólidos totales (pulpas) y la presencia de almidón gelatinizado aumentan la resistencia al flujo, es decir, la estructura interna ofrece mayor cohesión y retención de agua, elevando la viscosidad aparente. Madushan (2025) nos indica que en formulaciones yogur/cremas con pulpa y espesante, nos confirman que tanto la fibra de fruta como espesantes amiláceos aumentan la viscosidad y modifican el comportamiento reológico. Además, la amplia dispersión observada entre subconjuntos hasta 14 grupos indica sensibilidad a la formulación y a posibles interacciones no lineales entre los factores

4.7. Estructura de la emulsión

El análisis de Tukey Tabla #05 generó hasta ocho subconjuntos homogéneos, lo que evidencia que si existe diferencia significativa. Esta distribución revela que el factor que más influye

significativamente en la estructura interna de la emulsión de la crema es el tiempo de almacenamiento. Ya que la marcada separación entre los valores bajos (día 15) y los valores altos (día 0) destaca la sensibilidad del sistema a los efectos del envejecimiento con el pasar de los días.

Tabla #05 Resultados prueba tukey – Estructura de la emulsion

TRATAMIENTOS	N	MEDIAS	SUBCONJUNTO PARA ALFA=0,05	SIG
C53% P45% E2% Dia15	3	10.0	a	0.111
C49% P45% E6% Dia15	3	10.0	a	0.111
C79% P15% E6% Dia15	3	11.7	a	0.111
C51% P45% E4% Dia15	3	12.5	a	0.111
C83% P15% E2% Dia15	3	15.0	a	0.111
C81% P15% E4% Dia15	3	17.5	a	0.111
C68% P30% E2% Dia15	3	18.3	a	0.111
C64% P30% E6% Dia15	3	18.3	a	0.111
C66% P30% E4% Dia15	3	20.0	a	0.111
C49% P45% E6% Dia10	3	50.0	b	0.111
C83% P15% E2% Dia10	3	53.3	b	0.111
C68% P30% E2% Dia10	3	53.3	b	0.111
C79% P15% E6% Dia10	3	55.0	c	0.111
C66% P30% E4% Dia10	3	55.0	c	0.111
C53% P45% E2% Dia10	3	56.7	c	0.111
C81% P15% E4% Dia10	3	58.3	d	0.111
C64% P30% E6% Dia10	3	60.0	d	0.111
C51% P45% E4% Dia5	3	63.3	d	0.111
C51% P45% E4% Dia10	3	63.3	d	0.111
C64% P30% E6% Dia5	3	65.0	e	0.111
C66% P30% E4% Dia5	3	68.3	e	0.111
C66% P30% E4% Dia0	3	70.0	f	0.111
C64% P30% E6% Dia0	3	70.0	f	0.111
C49% P45% E6% Dia0	3	70.0	f	0.111
C81% P15% E4% Dia5	3	70.0	f	0.111
C68% P30% E2% Dia5	3	70.0	f	0.111
C53% P45% E2% Dia5	3	70.0	f	0.111
C49% P45% E6% Dia5	3	70.0	f	0.111
C68% P30% E2% Dia0	3	71.7	g	0.111
C53% P45% E2% Dia0	3	71.7	g	0.111
C83% P15% E2% Dia5	3	72.0	g	0.111
C79% P15% E6% Dia5	3	73.3	g	0.111
C83% P15% E2% Dia0	3	75.0	h	0.111
C81% P15% E4% Dia0	3	75.0	h	0.111
C79% P15% E6% Dia0	3	75.0	h	0.111
C51% P45% E4% Dia0	3	75.0	h	0.111

*Letras diferentes muestran diferencia significativa.

4.8. Discusión sobre la caracterización estructural de la emulsión

Los resultados de la tabla #05 indican que el tiempo de almacenamiento es el factor que más impacta la estructura de la emulsión ya que hay una clara separación entre valores en día 0 (mejor

estructura) y día 15 (peor estructura, mayor separación). Esto concuerda con el artículo de McClement (2015) sobre inestabilidades físicas en emulsiones (creaming, floculación, coalescencia y sinéresis) que tienden a desarrollarse durante la vida útil debido a procesos como la coalescencia de gotículas, cambios en la capa interfacial o agregación por puentes de polisacáridos/proteínas, por tanto la pérdida de estructura con el tiempo observada en el estudio es consistente con los mecanismos conocidos de desestabilización en emulsiones alimentaria.

5. CONCLUSION

Los resultados demostraron que la formulación de la crema de leche saborizada con mango está determinada por la interacción entre el porcentaje de pulpa, el nivel de espesante y el tiempo de almacenamiento. Estas variables modificaron de manera significativa el pH, la textura, la viscosidad y la estabilidad de la emulsión, confirmando que la matriz láctea con fruta es altamente sensible a la composición y a los fenómenos fisicoquímicos que ocurren durante la vida útil. El pH se mantuvo en un rango casi neutro (6,2–6,4), con ligeras disminuciones asociadas al incremento de sólidos ácidos de la pulpa, lo cual evidencia una estabilidad base favorable para este tipo de producto.

En términos estructurales, se confirmó que la textura y la viscosidad aumentan en función del contenido de pulpa y almidón debido a la formación de redes poliméricas reforzadas por fibras, pectinas y gránulos de almidón gelatinizado. Este efecto sinérgico incrementó la resistencia mecánica y la cohesión interna, particularmente en formulaciones con altos niveles de pulpa y espesante. Sin embargo, tales formulaciones también mostraron mayor susceptibilidad a cambios provocados por el envejecimiento, reflejando la importancia de un equilibrio óptimo entre sólidos aportados por la fruta y polisacáridos modificadores de estructura.

En cuanto al análisis del índice de estabilidad demostró que el tiempo de almacenamiento es el factor más determinante en la desestabilización del sistema emulsionado, evidenciada por una marcada separación de fases en el día 15. A partir de la integración de todos los parámetros. Se concluye que la combinación más eficiente para mantener estabilidad fisicoquímica, propiedades estructurales favorables y menor deterioro durante el almacenamiento corresponde a formulaciones con 30% de pulpa y 4% de espesante, lo que aporta un criterio técnico sólido para el desarrollo de productos lácteos saborizados con frutas tropicales.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar la percepción del consumidor mediante análisis sensoriales estructurados para relacionar los datos fisicoquímicos.
- Extender la investigación empleando otras variedades y grados de madurez del mango, analizando su impacto en la reología y estabilidad de la emulsión.
- Realizar análisis de modelos predictivos para evaluar el crecimiento microbiano y los cambios fisicoquímicos de la crema de fruta en condiciones de almacenamiento.
- Desarrollar otras variedades de crema de frutas, para consumo directo y otras aplicaciones en la agroindustria.

7. BIBLOGRAFIA

- al et, A., & Natalia, Z. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/129b9cf4-c52a-43a1-8117-9406661cf6ea/content>
- Aydogdu, T. (2023). pH, fundamentos del procesamiento de leche y productos lácteos: una revisión.
- Bühle, J. M. (2022). Estructuras fibrosas de almidón y gluten. *ResearchGATE*.
- FAO. (2011). *Leche y Productos Lácteos* 2da edicion.
- FAO. (s.f.). Norma para la nata (crema). En *Codex alimentarius*.
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CXS_288s.pdf.
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream (7th ed.)*. Springer.
- Gong, Y. (2024). Factores y técnicas de modificación que mejoran la estructura del gel de almidón y sus aplicaciones en alimentos: Una revisión. *Science Direct*.
- Inungaray, M. L. (Noviembre de 2012). *Vida útil de los alimentos/Lifetime Food*. Obtenido de
<https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/20/64#:~:text=Entre%20los%20factores%20que%20pueden,las%20pr%C3%A1cticas%20de%20los%20consumidores>.
- Joel, F. (2025). *COOK'S INFO*. Obtenido de <https://www.cooksinfo.com/double-cream#:~:text=La%20nata%20doble%20es%20una,un%20poco%20m%C3%A1s%20de%20cuerpo>.
- Juan. (Junio de 2025). *Tropolite*. Obtenido de <https://tropolite.com/blogs/is-heavy-cream-the-same-as-whipping-cream>
- Madushan, R. (2025). *Incorporación de frutas o pulpa de fruta en yogures: avances recientes, desafíos y oportunidades*.
- McClements, D. J. (2015). *Emulsiones alimentarias: principios, prácticas y técnicas, tercera edición*. ResearchGate.
- Minj, J., & Vij, S. (2025). *Determinación del yogur sinbiótico de la fruta del mango y sus péptidos bioactivos para sus propiedades biofuncionales*. *frontiers*.
- Morton, J. F. (1987). *Mango.Fruits of warm climates*. Obtenido de https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/mango_ars.html
- Salvatore, M. (2022). Compuestos bioactivos y actividades antioxidantes en diferentes fracciones de frutos de mango (*Mangifera indica* L., cultivar Tommy Atkins y Keitt).

- Scott, L. (2003). Propiedades físicas de la crema reformulada con grasa láctea fraccionada y componentes derivados de la leche. *ScienceDirect*.
- Shircliff, A. (25 de Junio de 2023). *relish*. Obtenido de <https://www.relish.com/food-wiki/153757/sour-cream-important-facts-health-benefits-and-recipes#:~:text=en%20tu%20navegador.-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20crema%20agria?,producto%20ligeramente%20%C3%A1cido%20y%20espeso>.
- Shukla, P. (2017). Efecto del almacenamiento en las características de calidad de la bebida de leche pasteurizada a base de mango. *ResearchGate*.
- Walstra, P. W. (2005). Dairy science and technology. *CRC Press*.