



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación de la calidad de leche de dos razas caprinas (*Capra aegagrus hircus*. L.) en la producción de queso crema utilizando dos cultivos ácido-lácticos 2022-2023

Autores

Br. Kevin José Lainez Sevilla
Br. Julio Ulises Bojorge Rosales

Asesores

Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno
Lic. María José Álvarez Guevara

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Managua, Nicaragua
Octubre, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

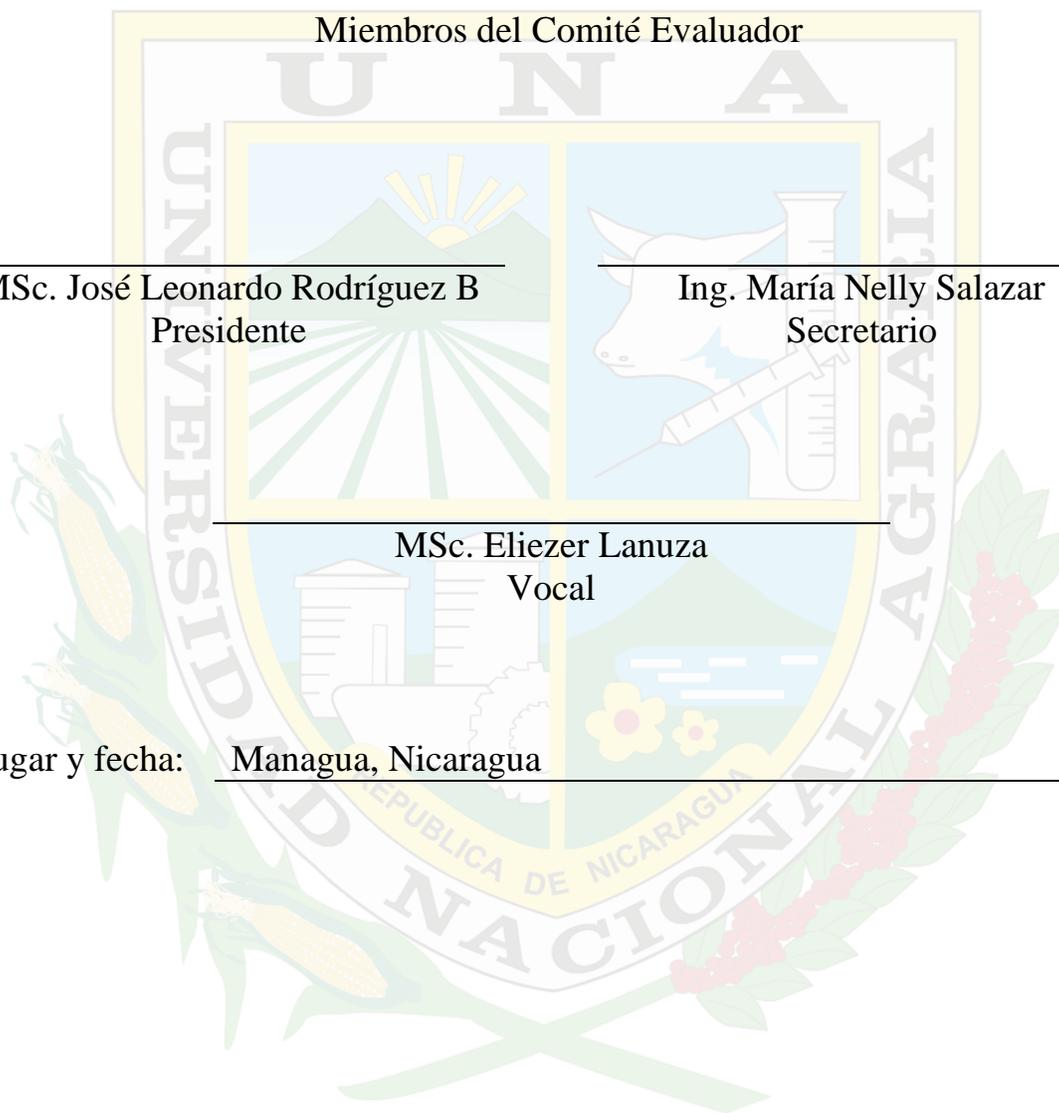
Miembros del Comité Evaluador

MSc. José Leonardo Rodríguez B
Presidente

Ing. María Nelly Salazar
Secretario

MSc. Eliezer Lanuza
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua



DEDICATORIA

A:

Dios porque desde niño soñé con llegar a este momento, confié que gracias a Él alcanzaré el éxito y seguiré cumpliendo cada una de mis metas.

A mi madre Maricela Sevilla por su esfuerzo en sacar adelante a sus hijos, siempre hemos sido su motor, mamá me formaste con buenos valores y me sigues enseñando a través de tu ejemplo, agradecido por tus consejos y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mi padre Miguel Ángel Lainez por ser un hombre responsable y velar toda su vida por el bienestar de sus hijos, papá siempre me ha provisto de todo lo que he necesitado y me ha apoyado de forma incondicional durante toda mi formación profesional.

A mi abuelita Agustina Flores por ser una segunda madre para mí, velando por mi bienestar desde que nací, gracias viejita por cuidarme, por tus buenos valores, consejos y todas tus enseñanzas que vivirán por siempre en mí.

A María José Álvarez Guevara por brindarme su confianza y nunca dudar de mi potencial, maestra gracias por su ayuda, paciencia y el amor a su profesión. Mi amistad y respeto a usted por siempre.

Br. Kevin José Láinez Sevilla

DEDICATORIA

A:

Mi Dios Padre, quien merece toda honra y gloria por esforzarme día a día para lograr cumplir cada una de mis metas. Mi confianza siempre puesta en Él para seguir desarrollándome como persona y profesional de bien.

A mi madre Martha Rosales, a quien quiero honrar con cada éxito de mi vida por todo el esfuerzo que ha hecho por formarme, motivarme y enseñarme que todo es posible. Gracias por ser mi fortaleza y mi mayor ejemplo para seguir.

A mi padre Julio Bojorge, por siempre estar para mí y por formarme como un hombre responsable y lleno de valores, gracias por ser un excelente padre.

A mis hermanos Solange y Ulises Bojorge, quienes han sido excelentes hermanos y mejores amigos, mi motivación y de quienes he aprendido mucho.

A mis amigos, compañeros de clases y maestros, con quienes compartí tantos momentos, quienes me ayudaron a formarme como un excelente estudiante y profesional durante mis años de carrera.

A mis tutores María José Álvarez y Juan Carlos Morán Centeno, quienes me apoyaron durante el proceso de culminación de estudios.

Br. Julio Ulises Bojorge Rosales

AGRADECIMIENTO

A:

Dios por darme salud, sabiduría y paciencia en la culminación de mis estudios universitarios de forma satisfactoria.

Al maestro MSc. Claudio Pichardo Hernández por su confianza y buena disposición durante mis años como estudiante, usted me ayudó siempre que lo necesité, gracias por sus consejos y compartir sus conocimientos durante mi formación profesional.

Al maestro MSc. Juan Carlos Morán Centeno por brindarnos todo su apoyo en el desarrollo de este tema de investigación.

A la Ing. Marílana Gutiérrez por asistirnos y brindarnos su ayuda en lo necesario para cumplir con los objetivos de este tema de investigación. Maestra agradezco toda su entrega y buena disposición.

A la Lic. Beatriz Zavala por ayudarme en mi desarrollo personal y mi salud psicológica, agradezco todo lo que aprendí con usted.

A la Estadística, Lic. Alba Luz Ramos por ser maestra de generaciones, ganándose todo mi respeto y admiración. Su modelo de enseñanza y todos sus consejos vivirán por siempre en mí.

A mis tías Rosa y Arelis Laínez porque siempre han velado por mi bienestar como si fuese su hijo, ayudándome en todo lo que estuviera a su alcance para desarrollarme y salir adelante.

A todos mis compañeros de la UNA, a todas esas personas que fueron parte de mi vida universitaria, la amistad, por todos los momentos vividos, risas, la celebración de nuestros cumpleaños y ahora la culminación de los estudios universitarios.

Por último y no menos importante quiero agradecer y dar mérito a nosotros como los autores de esta investigación, por dar siempre lo mejor y ser esforzados a pesar de los diferentes obstáculos.

Br. Kevin José Laínez Sevilla

AGRADECIMIENTO

A:

Mi Dios Padre por darme la fortaleza, la inteligencia y la sabiduría en todo momento, por ser bueno y justo en todo tiempo, por cuidarme y guiarme para ser un hombre de bien y de servicio a los demás.

A la maestra María José Álvarez, gracias por el tiempo dedicado a nuestra formación durante el proceso de culminación de estudios, por su paciencia y motivación para cumplir con cada avance del trabajo de tesis. Gracias por ser una excelente maestra, tutora y amiga.

Al maestro Juan Carlos Morán Centeno, por ser un excelente tutor. Gracias por su paciencia y su tiempo dispuesto para ayudarnos y guiarnos a culminar nuestro trabajo de tesis.

Al maestro MSc. Claudio Pichardo Hernández y la maestra Karla Dávila por su confianza y paciencia, por estar dispuestos a ayudarme y enseñarme en mis años de carrera, por sus experiencias y conocimientos compartidos para ser un excelente alumno y profesional.

A mi compañero de investigación Kevin Láinez, por todo tu esfuerzo y dedicación al trabajo, por motivarme, por los momentos vividos durante todo el proceso de investigación, gracias por tu paciencia y ser un excelente compañero.

A la Universidad Nacional Agraria, por ser una excelente universidad, por el apoyo brindado en equipos, materiales, becas y espacios necesarios para el desarrollo de nuestro tema de investigación.

Br. Julio Ulises Bojorge Rosales

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III MARCO DE REFERENCIA	3
3.1 Queso crema	3
3.2 Bacterias Ácido-lácticas	5
3.3 Cultivo iniciador ácido-láctico	5
3.4 Aditivos alimenticios	5
3.5 Cultivo termófilo (Yoflex Harmony)	6
3.6 Cultivo mesófilo (R-704)	6
3.7 Caprinos raza Anglo Nubia	6
3.8 Caprinos raza Saanen	7
3.9 La leche de cabra como materia prima	7
3.10 Calidad y composición de la leche de cabra	7
3.11 Bacterias coliformes	9
3.12 Coliformes totales	9
3.13 Coliformes Fecales	10
3.14 Evaluación sensorial	10
3.15 Atributos sensoriales	11
IV MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1 Ubicación del estudio	12
4.2 Tipo de investigación	12
4.3 Diseño Metodológico	13
4.3.1 Análisis físicos de la leche fresca	13
4.3.2 Análisis químicos de la leche fresca de cabra	16
4.4 Diagrama de bloques producción de queso crema	21
4.5 Determinación de las características microbiológicas del queso crema	24
4.5.1 Prueba para coliformes totales por el método del número más probable	24
4.5.2 Prueba para coliformes fecales por el método del número más probable	26
4.6 Panel de evaluadores de las características sensoriales (Anexo 8)	26
4.7 Análisis de datos	27
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1 Características fisicoquímicas de la leche de cabra	28

SECCIÓN		PÁGINA
5.2	Prueba presuntiva de coliformes totales	31
5.3	Resultados en prueba confirmativa para coliformes totales y fecales	31
5.4	Evaluación sensorial del queso crema	33
VI	CONCLUSIONES	39
VII	RECOMENDACIONES	40
VIII	LITERATURA CITADA	41
IX	ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Composición del queso crema (Fuente: Codex Alimentarius, 2018)	4
2	Información nutricional de la leche de cabra por cada 100 ml	8
3	Principales microorganismos contenidos en la leche de cabra	8
4	Características Organolépticas de la leche	9
5	Descripción de los tratamientos evaluados	13
6	Análisis físicos de la leche fresca	16
7	Materiales y reactivos para los análisis físicos de la leche de cabra	16
8	Materiales y reactivos para la determinación de grasa	20
9	Equipos y reactivos para la determinación de proteína cruda	20
10	Subgrupo de alimentos: Quesos frescos, quesos de pasta blanda, no madurados	24
11	Valores promedio de las características fisicoquímicas de la leche fresca	28
12	Resultados promedio de los cultivos y aditivos dosificados en los tratamientos	30
13	Prueba confirmativa de coliformes totales y fecales	31
14	Evaluación de las características organolépticas del queso crema	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Diagrama de bloques producción de queso crema	23
2	Sexo de los jueces o panelistas evaluadores	33
3	Rango de edad de los panelistas evaluadores de queso crema	33
4	Actitud de los panelistas con los diferentes tratamientos en la evaluación sensorial	34
5	Tendencia de actitudes (perfil de actitud) en la selección de los tratamientos	35
6	Representación bidimensional de los atributos sensoriales y los tratamientos evaluados	36
7	Agrupación de los panelistas con similitud en las respuestas, en la evaluación de queso crema	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Lista de cotejo para la aceptación o rechazo de la leche de cabra	46
2	Test de escala hedónica para evaluación sensorial	47
3	Tabla de N.M.P para serie de tres tubos	49
4	Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche de cabra (Visita a la granja caprina "La Cabrita")	50
5	Pruebas de plataforma en la leche de cabra	51
6	Procesamiento del queso crema	52
7	Pruebas microbiológicas	53
8	Panel de Evaluación Sensorial	57
9	Base de datos de las características primarias de la leche fresca raza Anglo Nubian	56
10	Base de datos de las características primarias de la leche fresca raza Saanen	56
11	Base de datos producción de queso crema tratamiento a ₁ b ₁	57
12	Base de datos producción de queso crema tratamiento a ₁ b ₂	57
13	Base de datos producción de queso crema tratamiento a ₂ b ₁	58
14	Base de datos producción de queso crema tratamiento a ₂ b ₂	58
15	Base de datos de los aditivos utilizados en la producción de queso crema	59
16	Resultados del laboratorio para los análisis de grasa y proteína cruda en la leche	60

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la calidad de la leche de dos razas caprinas en la producción de queso crema empleando dos medios de cultivos ácido-lácticos. Se evaluaron cuatro tratamientos en los laboratorios de Agroindustria y Microbiología de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria. Para determinar el rendimiento quesero, calidad microbiológica del queso a través del método del número más probable; la aceptabilidad se determinó por medio de una evaluación sensorial con 50 panelistas no entrenados, consumidores frecuentes de queso con rango de edad entre 19 a 26 años. Se determinó que los medios de cultivo influyen directamente en el rendimiento y calidad del queso, siendo la leche Anglo Nubia la de mayor rendimiento. La combinación de leche de raza Anglo Nubian con cultivo termófilo (Yoflex harmony®), mostró resultados positivos (dilución 10^1), a coliformes totales y fecales. Existe aceptación por parte de los panelistas, siendo los atributos sensoriales sabor, aroma y textura parámetros determinantes para la aceptación del producto final, siendo los derivados de leche Saanen los de mejor aceptación.

Palabras claves: leche de cabra, queso crema, cultivos ácido-lácticos, calidad total, evaluación sensorial

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the quality of milk from two goat breeds in the production of cream cheese using two lactic acid culture media. Four treatments were evaluated in the Agroindustry and Microbiology laboratories of the Faculty of Agronomy at the National Agrarian University. To determine the cheese yield, microbiological quality of the cheese through the most probable number method; Acceptability was determined through a sensory evaluation with 50 untrained panelists, frequent cheese consumers aged between 19 and 26 years. It was determined that the culture media directly influence the yield and quality of the cheese, with Anglo Nubian milk having the highest yield. The combination of Anglo Nubian breed milk with thermophilic culture (Yoflex harmony®) showed positive results (10^1 dilution) for total and fecal coliforms. There is acceptance by the panelists, with the sensory attributes flavour, aroma and texture being determining parameters for the acceptance of the final product, with those derived from Saanen milk being the ones with the best acceptance.

Keywords: goat milk, cream cheese, lactic acid cultures, total quality, sensory evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

El caprino es un animal que se destaca por su rusticidad, precocidad, docilidad y adaptación al ambiente; su origen es asiático y es una especie estrictamente productora de leche con niveles nutricionales superiores al de la leche bovina, aunque también se considerada una especie productora de carne, cuero e incluso pelo según la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola, (2021). Además, la leche de cabra y sus derivados son alimentos de gran valor comercial, por la eficiencia en la producción de los animales y los altos rendimientos queseros (Hernández *et al.*, 2021. p. 102).

De acuerdo con Araneda (2022), menciona que la composición química de la leche depende de muchos factores, como la raza, la edad, el período de lactancia, estación del año, nutrición, tiempo de ordeño, condiciones fisiológicas y el estado sanitario.

En Nicaragua la producción caprina corresponde a una actividad de la agricultura familiar, con la finalidad de producir carne y leche cruda sin ningún tipo de transformación, generalmente los productores de este rubro carecen de la asistencia técnica necesaria para generar un valor agregado, transformar la materia prima y obtener mayores ingresos que contribuyan a la economía familiar. Por lo tanto, la elaboración de queso crema a partir de leche de cabra, constituye una alternativa para las familias productoras de diversificar sus ingresos, al existir una demanda de este producto en el mercado nacional. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (2022) se percibe en los años 2013 al 2019 un incremento del hato caprino en Nicaragua, teniendo un promedio en este período de 7.64 miles de cabezas de ganado a nivel nacional (Hernández, 2021. p. 9).

En la elaboración de queso crema de calidad es necesario asegurar, que la leche provenga de un animal sano y adecuadamente alimentado, un adecuado procedimiento de elaboración del producto que garantice la inocuidad de este; sometido a un tratamiento térmico que permita la inhibición de las bacterias causantes de enfermedades y prolongue su vida útil (pasteurización). Esta investigación se efectuó para determinar la calidad y rendimiento del queso, empleando leche de cabra como materia prima y dos cultivos ácido-lácticos, como una alternativa en la transformación, desarrollo de un alimento tecnológico y generación de valor agregado para mejorar la economía de las familias productoras que se dediquen al rubro.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de leche proveniente de dos razas caprinas en la producción de queso crema empleando dos medios de cultivos ácido-lácticos.

2.1. Objetivos específicos

Determinar las características fisicoquímicas de dos tipos de leche de cabra para la producción de queso crema.

Determinar la calidad microbiológica del queso crema a través de la técnica por diluciones en tubo múltiple (número más probable NMP) para Coliformes totales y fecales.

Evaluar por medio de un panel de evaluación las características sensoriales del queso crema atribuidos por los dos cultivos ácido-lácticos

III. MARCO DE REFERENCIA

El queso pasteurizado con leche de cabra es una actividad económica importante; según Hernández-Hernández et al. (2021), publicaron, que la actividad caprina y la industrialización de la leche es fundamental en las zonas rurales al generar empleos directos e indirectos, el queso de cabra se mantiene como un producto aceptable y preferente por el consumidor local y regional: por su gusto, costo y calidad al adquirirlo. La industrialización del queso de cabra fomenta el crecimiento económico y la diversificación del mercado y la salud de los consumidores.

La Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud por la Universidad de Sonora, (citado por Hernández-Hernández., *et al.* 2021). publicó un estudio sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del queso crema a base de leche de cabra, empleando bacterias ácido-lácticas como cultivo iniciador, encontrando rendimientos de sólidos totales favorables en la producción de queso crema (p.108).

Morales-Nolasco *et al.* (2020), publicaron que es posible aislar bacterias ácido-lácticas útiles en la elaboración de quesos en leche pasteurizada, a pesar de eso los evaluadores no encontraron diferencia entre los quesos procesados con leche cruda de la pasteurizada. Además, las bacterias ácido-lácticas aumentaron el contenido de humedad, ácido láctico, proteínas y grasas en el queso crema. A nivel microbiológico el queso hecho de manera artesanal como el procesado con bacterias ácido-lácticas estaban por encima de lo que establece la norma para coliformes totales, mohos y levaduras, lo que indica que es indispensable garantizar la calidad en el queso las buenas prácticas de manufactura, así como la pasteurización de la leche (p.100).

3.1 Queso crema

El queso crema posee una textura cremosa como resultado de la fermentación láctica generada por la adición de bacterias ácido-lácticas específicas que confieren las propiedades características del mismo. El Codex Alimentarius (2018) define que:

El queso crema también llamado (queso de nata) es un queso blando, untable, no madurado y sin corteza. Con una coloración que va de casi blanco a amarillo claro. Su textura es suave o ligeramente escamosa y sin agujeros, se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos. (p.2).

Los siguientes ingredientes están permitidos en la elaboración de queso crema:

1. Cultivos iniciadores de bacterias inocuas del ácido láctico y/o bacterias productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inocuos.
2. Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas idóneas.
3. Cloruro de sodio y cloruro de potasio como sucedáneo de la sal
4. Agua potable
5. Coadyuvantes de elaboración inocuos idóneos
6. Gelatinas y almidones: Estas sustancias se pueden utilizar con la misma función que los Estabilizadores, siempre y cuando se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias según exigen las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Nota: El Codex alimentario define que el queso crema deberá contener los siguientes parámetros:

Cuadro 1. Composición del queso crema (Fuente: Codex Alimentarius, 2018).

Componentes de la Leche	Contenido mínimo (m/m)	Contenido Máximo (m/m)	Nivel de referencia (m/m)	de
Grasa láctea en el extracto seco	25%	No restringido	60-70%	
Humedad del producto extra seco	67%	--	No especificado	
Extracto seco	22%	Restringido por la humedad del producto Desgrasado (HPD)	No especificado	

3.2 Bacterias Ácido-lácticas

Las bacterias ácido-lácticas son bacterias gran positivas no patógenas productoras de ácido láctico que se han empleado tecnológicamente en los alimentos para conferir sabor, textura, aroma y valores nutricionales, Heredia *et al*, (2017) define que:

Las bacterias ácido-lácticas (BAL): son microorganismos que han sido utilizados durante décadas por la industria alimentaria, debido a que confieren características sensoriales y reológicas deseables en los productos lácteos. Las bacterias ácido-lácticas tienen la capacidad de conservar a los productos lácteos debido a diferentes metabolitos, entre los cuales se encuentran las bacteriocinas (p.340).

3.3 Cultivo iniciador ácido-láctico

Las bacterias ácido-lácticas tienen importantes funciones tecnológicas para la producción de diferentes alimentos mejorando las características sensoriales, estas se inoculan a los alimentos por medio de cultivos iniciadores.

San Martín, S. (2020) en su investigación Microbiología Industrial en la Fabricación de quesos señala que:

Las bacterias lácticas que se añaden a la leche para que se produzca la acidificación, se conocen como cultivos estárter. Los cultivos estárter más comunes llevan bacterias pertenecientes a los géneros *Lactococcus lactis subsp.lactis*, *Lactococcus lactis subsp.cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus* y *Lactobacillus helveticus*.

Los productos lácteos fermentados se obtienen al añadir a la leche de cualquier tipo, vaca, cabra, oveja o búfala. Estas bacterias utilizan la lactosa como fuente de energía y la transforman en ácido láctico provocando la acidificación (p.2).

3.4. Aditivos alimenticios

Estudio planteado por Skrye, (2018) define que los aditivos alimentarios son ingredientes agregados intencionalmente a los alimentos para modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, durante el proceso de elaboración, envasado o acondicionado (p.188).

3.5 Cultivo termófilo (Yoflex Harmony)

La compañía de biociencia global [CHR-HANSEN], (2011) establece que para “*Yoflex Harmony*” la temperatura recomendada para incubación es de 35-45°C. El cultivo producirá un yogurt con sabor muy suave, viscosidad extra alta y una post-acidificación muy baja” (p.1). El cultivo al estar constituido por microorganismos termófilos son bacterias cuya temperatura de crecimiento óptima ronda entre los 45-100°C.

Taxonomía del cultivo ácido láctico Yoflex Harmony (Fuente: CHR-HANSEN, 2011)

- *Streptococcus thermophilus*
- *Lactobacillus fermentum*
- *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*

3.6 Cultivo mesófilo (R-704)

CHR-HANSEN, (2008) establece que para el cultivo R704 la temperatura recomendada de incubación es de 25-45°C este cultivo se utiliza en la producción de quesos con una textura cerrada, quesos frescos, semiduros y blandos con buen aroma y consistencia. El cultivo puede ser utilizado para obtener productos lácteos fermentados, solos o en combinación con otros cultivos lácticos.

Taxonomía del cultivo mesófilo R-704

- *Lactococcus lactis subsp. Lactis*
- *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*

3.7 Caprinos raza Anglo Nubia

La raza Anglo Nubia en Nicaragua es una de las razas caprinas que mejor se adapta al medio y es utilizada para doble propósito Sáenz, (2007) define:

Esta raza es considerada como un animal de alta rusticidad y fecundidad, se adapta a climas cálidos y secos. En edad adulta llegan a pesar de 40 a 60 kg, su coloración es colorada o castaña oscura con puntos negros y su característica principal es que sus orejas son grandes y pendulantes, la producción de lactancia es de 500 kg. al año con 4.6% de grasa y 239 días de lactancia (p.66).

3.8 Caprinos raza Saanen

Sáenz, (2007) afirma que:

Es originaria del Valle de Saanen (Suiza) y por su alta producción de leche es considerada "la Holstein de las Cabras", a nivel nacional es muy reducida su presencia y es más posible encontrar cruces de esta con ganado criollo. La producción media va de 800 a 1000 litros con una duración de 305 días de lactancia (p.67).

3.9 La leche de cabra como materia prima

Desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios.

Reyes (2019) refiere que:

Por su composición, la leche de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores. Este alimento y sus derivados son también una opción para dinamizar las economías regionales (p.1).

Bidot-Fernandez (2017) señala que:

La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, ya que estos pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino (p.2).

3.10 Calidad y composición de la leche de cabra

Bidot-Fernández (2017) señala que:

La leche de cabra se parece en su composición a la leche materna, es sana y nutritiva y es una alternativa válida como sustituto de la humana pues sus valores nutritivos son en gran medida aproximados'' (p.1).

Así mismo Bidot-Fernandez sugiere que:

Para producir una leche de buena calidad, se deben tener en cuenta algunos principios básicos de una explotación pecuaria eficiente, o sea: animales de buena calidad, seleccionando genotipos lecheros, que tengan una alimentación adecuada, buen manejo y salud. Los dos primeros influyen directamente en la calidad nutricional o composición de la leche; los otros dos en la calidad higiénica (p.1).

Bidot-Fernandez, (2017) afirma que:

La leche debe ser de buena calidad, ya sea para el consumo directo de la leche líquida como para la fabricación de derivados lácteos; esto significa que, además de un buen contenido de nutrientes, debe tener unas características especiales que aseguren al consumidor un producto fresco, alimenticio y saludable (p.1).

Los siguientes cuadros expresan las características químicas, físicas y microbiológicas de la leche de cabra según Bidot-Fernández (2017), en donde se muestra la composición nutricional de la leche de cabra, los microorganismos que son empleados en la elaboración de queso crema y los parámetros organolépticos considerados en un producto de calidad para este producto (Cuadro 2, 3 y 4).

Cuadro 2. Información nutricional de la leche de cabra por cada 100 ml.

Composición	Cantidad
Calorías	70 kcal
Hidratos de carbono	4,5 g
Proteínas	3,3 g
Grasas	4,0 g
Colesterol	11,0 mg
Índice glucémico	24
Vitaminas	A, D y C, y en menor cantidad B1, B2, B3, B5 y B12.
Minerales	Calcio, fósforo, potasio, magnesio, hierro, zinc, selenio, manganeso y cobre.

Fuente: Bidot Fernández, 2017.

Cuadro 3. Principales microorganismos contenidos en la leche de cabra.

Gram positivo	Gram negativo
Bacterias lácticas	Enterobacterias
Micrococos	Acromobacterias
Estafilococos	Micobacterias
Esporulados	

Fuente: Bidot Fernández, 2017

Cuadro 4. Características Organolépticas de la leche

Aspectos	Descripción
Aspecto	Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.
Color	Debe ser blanco, opalescente o ligeramente Amarillenta.
Olor	Característico, sin olores extraños.
Sabor	Característico, ligeramente dulce.

* *La leche cruda estaba exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.*

Fuente: NTON 03 027-17 Ministerio de salud, 2017.

3.11 Bacterias coliformes

Rodríguez (2020) en su investigación establece que “las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales, fermentan la lactosa a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ con la producción de ácido y gas, catalasa positiva, móviles en su gran mayoría por medio de flagelos peritricos. Las bacterias de este grupo son: *Escherichia coli* y miembros de los géneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. Tienen una importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos” (p.15).

3.12 Coliformes totales

(Paredes, 2022) define que:

Este grupo de coliformes tiene una gran diversidad de bacterias bacilares y Gram negativas, los cuales son anaerobios facultativos, es decir tiene la posibilidad de crecer en ausencia o presencia de oxígeno. Por otro lado, los coliformes totales engloban en su totalidad las bacterias coliformes, por lo tanto, encontramos géneros patógenos como géneros inofensivos. Asimismo, son muy buenas como indicadores de contaminación, al igual que diversas bacterias coliformes que proliferan y se desarrollan en las heces, además, son un excelente indicador de la contaminación fecal de los alimentos, por esa razón, cuanto más coliformes hay en el alimento, la contaminación es más grave e intensa para el cliente o consumidor. (p.15).

3.13 Coliformes Fecales

Según Paredes, (2022) este es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos Gram negativos, con importancia clínica en la familia Enterobacteriaceae, son conocidos como termotolerantes porque tienen la característica de fermentar la lactosa a elevadas temperaturas bastante elevadas, de 44 y 45 °C. Particularmente la disposición de *Escherichia coli* en alimentos, determina que esta se encuentra contaminada; a razón de que su hábitat natural es el intestino grueso de hombres y animales de sangre caliente, y en consecuencia siempre están en las materias fecales.

Las bacterias *E. coli* son un excelente indicador de origen fecal según el Ministerio de Salud. Sin embargo, también están ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

Los coliformes se insertan en multitud al medio ambiente por las heces tanto de humanos como de animales; una vez insertadas en los alimentos, ocasiona daños a nivel intestinal cuando se adhieren y atraviesan la barrera de la mucosa gastrointestinal, provocando diarreas y deshidratación. Por esa razón, habitualmente se deduce que la mayor parte de los coliformes que se hallan en el ambiente tienen origen fecal, no obstante, existen algunas especies de coliformes de vida libre. (López y Challa, 2022, p.15).

3.14 Evaluación sensorial

Según Veloso *et al.*, (2021) afirman que la evaluación sensorial es una potente herramienta, imprescindible para obtener información sobre algunos aspectos de la calidad de los alimentos, a los que no se puede tener acceso con otras técnicas analíticas. Los inconvenientes y riesgos que conlleva la incorporación de las técnicas sensoriales a los programas de control y aseguramiento de la calidad de los alimentos son de menor entidad que las indudables ventajas que puede aportar. A diferencia de los métodos analíticos que se realizan con evaluadores seleccionados y entrenados, las pruebas afectivas se realizan con los consumidores objetivo del producto en cuestión según Cárdenas-Mazón *et al.*, (2018; citado por Veloso *et al.*, 2021).

La respuesta subjetiva utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento. Se determina la respuesta de un gran grupo de consumidores sobre preferencia, características sensoriales o atributos. (p.5).

3.15 Atributos sensoriales

Los atributos sensoriales son las características cualitativas de los productos perceptibles por medio de los sentidos y que se obtienen a través de una evaluación sensorial, definiéndose como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar resultados de los productos analizados por medio de la vista, el olfato, textura, el gusto y el oído. (Cárdenas-Mazón *et al.* 2018, p. 253-263).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Agroindustria de los Alimentos de la Facultad de Agronomía (FAGRO), en la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 12.5 Carretera Panamericana Norte, Managua.

4.2 Tipo de investigación

Este trabajo de investigación es un estudio experimental, prospectivo donde se evaluaron dos factores, la leche de dos razas caprinas y dos cultivos ácido-lácticos en la producción de queso crema tomando como sujetos de estudio la leche de las razas Anglo Nubian y Saanen, se usaron dos cultivos iniciadores (tipos termófilo y mesófilo) para determinar las características organolépticas en el queso crema.

Se realizaron cuatro tratamientos: Teniendo como factor A (tipos de leche) y B (cultivos ácido-lácticos), con 4 repeticiones por tratamiento, para un total de 16 repeticiones. Por cada repetición se utilizaron 2 000 ml de leche de cabra en cada una de las razas. Se codificó un testigo (a_3b_3), conformado por leche de vaca, medio de cultivo y sal.

A los tratamientos se aplicaron análisis fisicoquímicos y de calidad en la leche, determinando la cantidad de grasa por el método de Badcock y proteína por el método de *Kjeldah*, los estudios para evaluar la calidad microbiológica del queso se desarrollaron por el método del número más probable (NMP) y la calidad sensorial se evaluó a través de la percepción de panelistas no entrenados por el método de escala hedónica.

Nota: En este cuadro se describe el diseño de experimento con los factores y tratamientos de esta investigación.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos evaluados

Factor A (Tipos de Leche)	Factor B (Cultivos ácido-lácticos)	Tratamientos
a ₁ = Leche de cabra raza Anglo Nubian	b ₁ = Cultivo termófilo Yoflex harmony	a₁b₁ = Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo termófilo Yoflex Harmony
a ₂ = Leche de cabra raza Saanen	b ₂ =Cultivo mesófilo R-704	a₁b₂ = Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo mesófilo R-704 a₂b₁ = Leche de la raza Saanen + Cultivo termófilo Yoflex Harmony a₂b₂ = Leche de la raza Saanen + Cultivo mesófilo R-704 a₃b₃ = Queso crema bovino comercial

4.3 Diseño Metodológico

4.3.1 Análisis físicos de la leche fresca

Los análisis físicos en la leche se desarrollaron a través de la metodología empleada por Bardales, (2019. p. 32-34).

Prueba de densidad relativa de la leche

La densidad de la leche está directamente relacionada al contenido de agua, cantidad de grasa y sólidos no grasos en la leche entera (Cuadro 6 y 7).

Procedimiento

1. Se vertió la leche en una probeta 250 ml y se llenó de forma inclinada para evitar la formación de espuma.

2. Cuando la leche esté en un rango de 15-20°C el lactodensímetro de Quevenne se sumerge con cuidado dándole un giro leve deteniéndose en su caída hasta que esté cerca de su posición de equilibrio, con el movimiento de rotación se impide que este se adhiera a las paredes de la probeta y se formen burbujas a lo largo del mismo.

3. Después de un minuto introducido el lactodensímetro se hace la lectura anotando el valor de la densidad bruta. Para obtener el resultado debe anotarse también la temperatura de la leche.

4. Corrección de la temperatura: Si la temperatura de la leche al momento de efectuar la lectura es superior a 15°C debe sumarse a la densidad bruta en g/ml el valor de 0.2 por cada grado por encima de 15°C.

5. Si la temperatura de la leche en el momento de efectuar la lectura es inferior a 15°C, debe restarse a la densidad bruta en g/ml el valor 0.2 por cada grado por debajo a 15°C

$$Densidad = \frac{LC}{1000} + 1.00$$

LC = lectura corregida del lactodensímetro

Determinación de la acidez

La leche cruda es acidificada naturalmente por bacterias propias que transforman la lactosa en ácido láctico. La acidez se expresa generalmente en grados Dornic (°D) y se puede determinar en casi cualquier sustancia.

Procedimiento

1. En un Beaker se midieron 10 ml de leche.

2. Agregar de tres a cuatro gotas de fenolftaleína al uno por ciento como indicador.

3. Titular con solución de hidróxido de Sodio 0.1N hasta que la solución cambie a color rosado persistente, aproximadamente por 30 segundos.

4. Se tomó la lectura en la bureta del gasto de hidróxido de sodio usado para neutralizar la acidez de la muestra.

5. Se determinó el % de Acidez titulable expresada como ácido láctico con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Acido láctico} = \frac{(V)(N)(0.009)}{M} \times 100$$

Donde:

V: Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra en ml

N: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

M: Volumen equivalente de la muestra, en ml

0.009: Equivalente del ácido láctico

Medición de pH

Se determinó la acidez de la leche por medio de cintas de pH, estas son tiras de papel tornasol que cambia de color en dependencia de la acidez o basicidad de una sustancia.

Procedimiento

1. Con un Beaker de 20 ml se tomó una muestra de la leche para analizarla
2. Luego se sumergió la cinta de pH esperando 30 segundos que se estabilice el cambio de color
3. Comparar el color con la escala que viene en el envase de las cintas
4. Anotar los resultados

Los siguientes cuadros describen los materiales necesarios para la ejecución de análisis fisicoquímicos realizados en condiciones de laboratorio.

Cuadro 6. Análisis físicos de la leche fresca de cabra

Análisis	Método/Instrumento
Densidad Relativa de la leche	Lactodensímetro de Quevenne
Determinación de la Acidez	Titulación
Ph	Cintas de pH

Cuadro 7. Materiales y reactivos para los análisis físicos de la leche de cabra.

Cristalería	Materiales	Utensilios
Beaker de 20 ml	Hidróxido de Sodio 0.1 N	Recipientes plásticos
Lactodensímetro de Quevenne	Agua destilada	Papel desechable
Erlenmeyer de 100 ml	Cintas de pH	Rotuladores
Pipetas de 1 y 10 ml	Termómetro digital	Cubre bocas desechables
Buretas Graduadas de 50 ml	Tubos de ensayo de 10 ml	Guantes desechables
Alcohol al 78%	Gradilla	Fenolftaleína al 1%
Probeta de 250 ml		

4.3.2 Análisis químicos de la leche fresca de cabra

Los análisis químicos para determinar el contenido de grasa y proteína en la leche de cabra se hicieron una única vez con muestras de leche de la repetición número 16 de este experimento. Para tomar las muestras se visitó el aprisco y las cabras se ordeñaron individualmente lavándoles las ubres con abundante agua yodada para posterior secarlas con una toalla limpia, también se les daba alimento y se les sujetaban las patas traseras para que estuvieran inmóviles, al final del ordeño los pezones se sellaron con tintura de yodo comercial al 2%, las muestras de leche para este análisis se transportaron en una hielera para mantener su preservación.

Determinación de la grasa láctea

Los análisis químicos para determinar el contenido de grasa se realizaron según la metodología de (Agurcia y Gómez 2022) en su investigación utilizaron el método de Babcock basado en la propiedad del ácido sulfúrico de disolver los componentes de la leche separando totalmente el contenido de grasa, lo que permite medir el porcentaje de lípidos en una muestra de leche.

Principio del método

En esta técnica la leche se mezcló con ácido sulfúrico concentrado en un butirómetro babcock, como consecuencia del ácido fuerte la reacción es exotérmica, digiriendo las proteínas y formándose los glóbulos de grasa. El otro principio es la fuerza centrífuga, que fuerza a los glóbulos grasos a concentrarse en el cuello del butirómetro debido a la diferencia de densidades relativas entre la grasa y la solución ácida los cuales pueden ser medidos a través de la escala del butirómetro.

Procedimiento

- Se midió con una pipeta volumétrica 17.5 ml de leche y se colocó en un butirómetro Babcock.
- Se midió en otra pipeta volumétrica 17.6 ml de ácido sulfúrico al 96% y se agregó lentamente sobre el cuello del butirómetro con la muestra de leche.
- Se agitó con mucho cuidado el butirómetro por 10 min.
- Se colocó el butirómetro en una centrífuga previamente calentada y se centrifugó por 5 min a 1000 rpm.
- Se retiró el butirómetro con mucho cuidado y se agregó agua destilada a 60°C hasta el cuello del butirómetro.
- Se centrifugó nuevamente por 3 min a 80 rpm. Pasado el tiempo se agregó nuevamente agua destilada a 60°C, pero esta vez hasta donde empieza la lectura del butirómetro y se centrifugó por 1 min.
- Se retiró el butirómetro y se midió el porcentaje de grasa de acuerdo con la lectura del cuello del butirómetro.

Determinación de Proteína

Este análisis hace referencia a la Proteína Cruda (PC) el procedimiento se hizo aplicando el método de *Kjeldahl*, que determina el contenido de nitrógeno componente clave en todas las proteínas y presente hasta un 16% en los alimentos. Por lo tanto, al conocer el porcentaje de nitrógeno (N) se logra determinar la cantidad de proteína multiplicando el valor por la constante 6.38. (Cajamarca, 2022). p.48.

Procedimiento

Digestión

- Se pesó ligeramente un gramo de porción de prueba de muestra analítica bien mezclada en un vaso de precipitado tarado pequeño. Luego se transfirió cuantitativamente a un tubo Kjeldahl numerado con un gramo de porción de prueba bien mezclada en un vaso de precipitado tarado pequeño.
- Se transfirió a un tubo Kjeldahl numerado y se volvió a pesar el vaso de precipitados, la pérdida de peso diferencial corresponde a la cantidad de porción de prueba realmente transferida al tubo.
- Se agregó 1 tableta de catalizador a cada tubo, luego se agregaron 12 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a los tubos, usando un dispensador de pipetas; se agregaron 15 ml para materiales con alto contenido de grasa ($> 10\%$ de grasa).
- Se colocó el colector de humos firmemente en los tubos y se encendió el aspirador de agua por completo.
- Se colocó la rejilla de tubos en el bloque precalentado, después de 10 minutos, se bajó el aspirador de agua hasta que los vapores ácidos estuvieron contenidos dentro de los tubos. Después de que se produjeron vapores de óxido de azufre durante las etapas iniciales de la digestión, se redujo la fuente de vacío para evitar la pérdida de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Compendio adicional de 50 min. El tiempo total de digestión es de aproximadamente 60 min.
- Seguidamente se apagó el digestor. Se retiró la rejilla de tubos con el escape todavía en su lugar y se colocó en el soporte para que se enfríe durante 10-20 minutos. Cuando se detuvo el humo, se retiró el colector y apagó el aspirador. Además, se retiraron los protectores laterales y se dejaron enfriar los tubos.

Usando guantes y protección para los ojos, se pre diluyeron los resúmenes manualmente antes de la destilación.

- Luego se agregaron algunos mililitros de agua desionizada a cada tubo. Si se producen salpicaduras, los tubos están demasiado calientes. Se agregó agua a cada tubo hasta un volumen total de aproximadamente 80 ml. (Agurcia y Gómez 2022)

Destilación

Se colocó Hidróxido de sodio (NaOH) al 40% en el tanque alcalino de la unidad de destilación. Se ajustó el volumen dispensado a 60 ml y se conectó el tubo de digestión que contiene digestión diluida a la unidad de destilación. Se colocó un matraz de titulación Erlenmeyer de 250 ml graduado que contiene 25 ml de solución de ácido bórico (H_3BO_3) con indicador en la plataforma receptora, y se sumergió en el tubo del condensador debajo de la superficie de la solución de ácido bórico (H_3BO_3). Se destiló el vapor hasta que se recolectó ≥ 150 ml de destilado (≥ 180 ml de volumen total). Y se retiró el matraz receptor (Cuadro8).

Titulación

Se valoró la solución receptora ácido bórico (H_3BO_3) con ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.1N estándar hasta el punto final rosa lisaceo (justo antes de que la solución volviera a ser de color verde). Se registraron los mililitros de sulfúrico (H_2SO_4) gastados.

Cálculos

$$\text{Nitrógeno Kjeldahl, \%} = \frac{(V_S - V_B) \times M \times 14.01}{W \times 10}$$

$$\text{Proteína cruda, \%} = \% \text{ Kjeldahl N} \times F$$

Donde:

V_S = volumen (ml) de ácido estandarizado utilizado para valorar una prueba;

V_B = volumen (mL) de ácido estandarizado utilizado para valorar el blanco de reactivo;

N = normalidad de H_2SO_4 estándar;

14.01 = peso atómico de N;

W = peso (g) de la porción de prueba o estándar; 10 = factor para convertir mg / g en porcentaje; F = factor para convertir N en proteína.

Los factores 6.38 para los productos lácteos y 6.25 para otros materiales alimenticios.

Los siguientes cuadros describen los materiales necesarios para la ejecución de análisis fisicoquímicos desarrollados en condiciones de laboratorio.

Cuadro 8. Materiales y reactivos para la determinación de grasa

Materiales	Reactivos
Pipeta volumétrica 20 ml	Ácido Sulfúrico 96% densidad (1.82-1.83 a 20°C)
Butirómetro babcock 8%	
Termómetro 100 °C	

Instrumentos para la determinación de proteína cruda

1. Piseta de agua destilada
2. Gradilla y tubo de digestión de 250 ml
3. Erlenmeyer 250 ml
4. Crisol de porcelana y espátula

Cuadro 9. Equipos y reactivos para la determinación de proteína cruda

Equipos	Reactivos
Balanza analítica 200g±0.1mg	Ácido sulfúrico Certified ACS Plus 97%
Dispensador de botella 30ml±0.5ml	1000 Kjeltabs 3.5g K ₂ SO ₄ 0.4g CuSO ₄ .5H ₂ O: disolver 0.250g de rojo de metilo en 250 ml de etanol grado reactivo
Digestor	Solución indicadora de rojo de metilo en etanol: disolver 0.250g de verde bromocresol en 250 ml de etanol grado reactivo
Colector de escape de humos. Con sellos de anillo de teflón	Solución de ácido bórico 2%: Disolver 20 g de ácido bórico en 1000ml de agua destilada, agregue 10 ml de solución de verde de bromocresol y 7 ml de solución de rojo de metilo
Destilador	Hidróxido de sodio 40%
Bureta electrónica ±0.1ml	Ácido sulfúrico 0.1N estandarizado Agua destilada

4.4 Diagrama de bloques producción de queso crema

Recepción de la leche

La recepción de la leche fresca se efectuaba todos los días entre 10-11 de la mañana.

Filtrado

La leche posterior al ordeño limpio se filtró en un paño limpio para separar impurezas (pelos, paja, tierra, etc.) propios del medio donde se desarrollan las cabras y que generalmente se introducen en la leche al momento del ordeño.

Pasteurización

Para la producción de queso crema se realizó una pasteurización media de la leche, calentándose hasta los 75 °C por 15 min en un recipiente de acero inoxidable con una capacidad de cinco litros. De esta forma se eliminan agentes patógenos que pudieran afectar la inocuidad del producto y en consecuencia la salud de los consumidores.

Enfriamiento

Durante el enfriamiento la temperatura se media con un termómetro digital, cuando la leche llegaba a 60°C se integraba una base estabilizante de queso crema. Este aditivo se agregaba directamente a la leche y se utilizaba para mejorar la capacidad de airado y la estabilidad de las proteínas en la leche, produciendo en el queso una textura cremosa.

Inoculación del cultivo ácido láctico

La incubación era el proceso donde se añadían bajo condiciones controladas los cultivos ácido-lácticos en la leche pasteurizada. Los cultivos liofilizados se inocularon cuando la leche estaba a 45°C siguiendo el rango establecido en la ficha técnica del producto. La leche inoculada se dejó tapada en un recipiente hermético durante 12 horas para que las bacterias ácido-lácticas degradan la lactosa y ocurriera la coagulación de la proteína.

Desuerado/Filtrado

Para la producción de queso crema el coágulo se pasó a una manta blanca limpia y se colgó en el refrigerador por 48 horas a 5°C, hasta que el queso perdió la cantidad necesaria de suero y alcanzó la textura característica de queso crema.

Salado y mezclado

Transcurrido el tiempo de filtrado los quesos se retiraron de las mantas, para pesarse y determinar el rendimiento quesero. También con ayuda de un Beaker se midió el suero para llevar un mejor control del rendimiento total de la leche. Una vez determinado el peso y volumen la cuajada se pasó a un recipiente limpio y seco, donde se le agregó sal a un 0.5% y benzoato de sodio como conservante al 0.05%.

Envasado

El queso se envasó en recipientes plásticos de polipropileno herméticos, que no dañen su calidad ni afecten la inocuidad del producto, de modo que se mantengan sus características sensoriales.

Etiquetado

Las etiquetas de los envases se diseñaron siguiendo lo establecido por la NTON 03-021-08 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el etiquetado de alimentos pre-ensados para el consumo humano.

Almacenamiento

El queso crema como producto terminado se almacenó a temperatura de refrigeración (3-5 °C) para mantener las condiciones del alimento, su calidad y alargar la vida útil (Anexo 6).

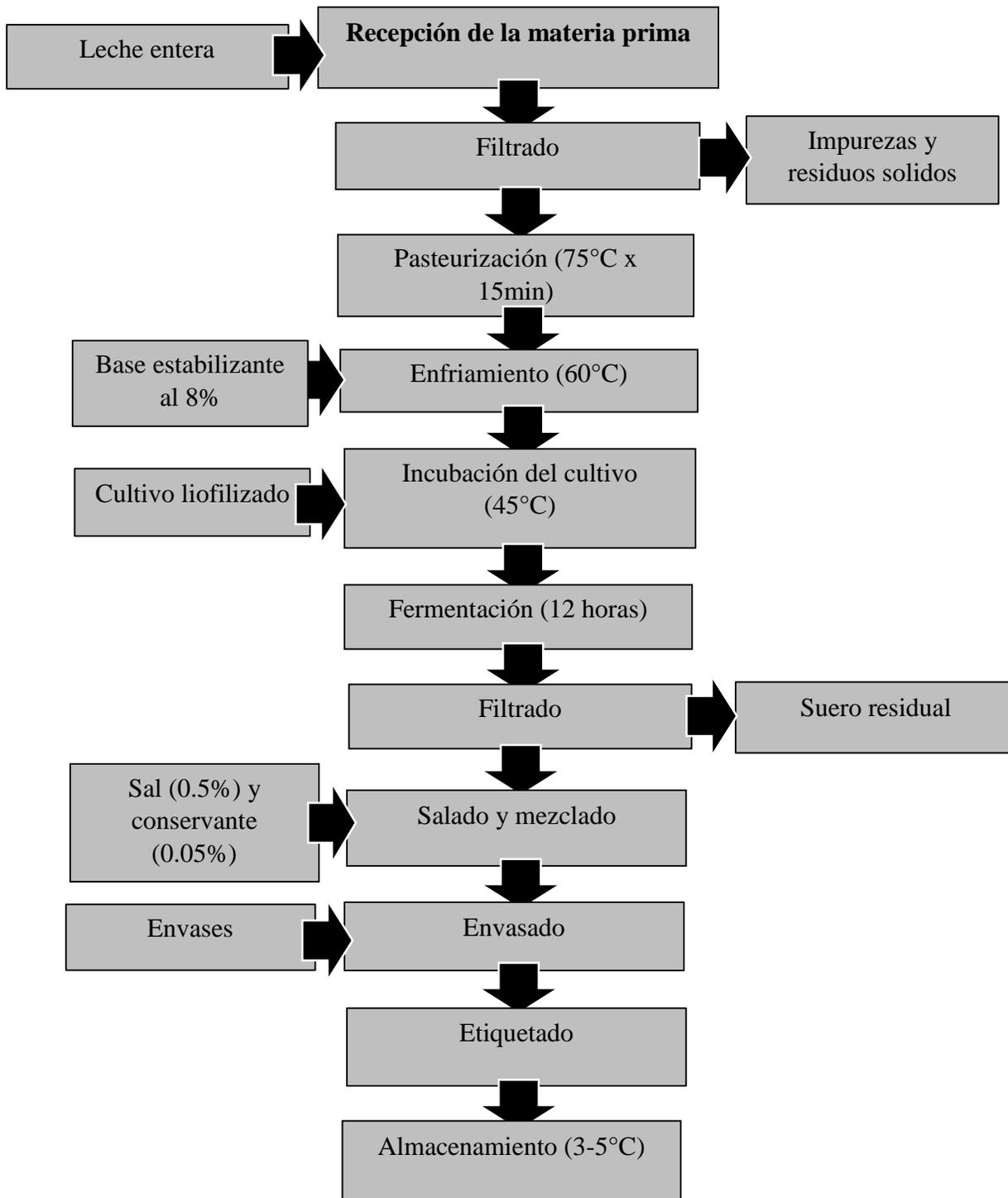


Figura1. Diagrama de bloques de la producción de queso crema.

4.5 Determinación de las características microbiológicas del queso crema

Los análisis microbiológicos se desarrollaron una vez con muestras de 25g de queso crema correspondientes a los cuatro tratamientos de la repetición número 16 del diseño experimental. Los parámetros de calidad microbiológicos del queso crema se compararon en conformidad a lo establecido por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos [ICMSF] información tomada en la base de datos de la FAO.

Cuadro 10. Subgrupo de alimentos: Quesos frescos, quesos de pasta blanda, no madurados.

Parámetro	Límites máximos permitidos
Coliformes/Totales (NMP/g)	<3 NMP/g
Coliformes/Fecales (NMP/g)	<3 NMP/g
Staphylococcus aureus (UFC/g)	10 ² UFC/g
Listeria monocytogenes	Ausencia

Fuente: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2011) Microorganisms in Foods: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance (8.^a ed.). Springer.

4.5.1 Prueba para coliformes totales por el método del número más probable

Según la Revista Cubana de Higiene y Epidemiología establece que los microorganismos patógenos van a producir diversas enfermedades y causan riesgo en la salud del consumidor, además del deterioro del producto, por esto los lácteos y sus derivados como los quesos, que se comercialicen o consuman tanto en América Latina como en los Estados Unidos, deben cumplir con una serie de parámetros microbiológicos definidos por las normas de cada país. Merchán *et al.*, (2018) en esta investigación concluyen que el análisis e interpretación de las pruebas microbiológicas permiten identificar si estos alimentos son aptos o no para el consumo humano, así como la calidad de los quesos y todos sus derivados. (p.1)

Procedimiento

- Se pesaron 10 g de la muestra.
- A la muestra se le agregaron 90 ml de agua peptonada al 0.1 %, agitar bien y dejarlo en estado de reposo durante 3 minutos.
- Luego se hicieron diluciones hasta 10^{-3} g/ml a cada uno de los tres tubos con 10 ml de agua peptona al 0.1%.

Prueba presuntiva

- Se realizaron las diluciones de las muestras en 10^{-1} a 10^{-3} para el análisis microbiológico siguiendo el proceso establecido por la Norma ISO 6887-1:2017.
- Se agregó 1 ml de dilución 10^{-1} g/ml a cada uno de los tres tubos conteniendo una campana de Durham con 10 ml de caldo lauril sulfato de sodio.
- Se tomó 1 ml de las diluciones 10^{-2} g/ml y 10^{-3} g/ml para añadirlo en dos series de tres tubos, cada uno con caldo lauril sulfato de sodio.
- Las muestras se incubaron a 35 °C durante 24-48 horas.
- Luego del tiempo y la incubación, se determinaron como positivas las muestras en las que se observó producción de gas y turbidez en la campana de Durham.

Prueba confirmativa de Coliformes totales

- Se trasvasó de 2-3 asadas de los tubos positivos obtenidos durante la prueba presuntiva a otros tubos de laboratorio con campana Durham que contengan caldo de bilis verde brillante.
- Se agitaron los tubos para homogeneizar las muestras.
- Los tubos se incubaron a 35 ± 2 °C de 24 a 48 horas.
- Luego del tiempo y la incubación se determinarán como positivas las muestras en las que haya producción de gas y turbidez. (Vásquez A. et al, 2018)

4.5.2 Prueba para coliformes fecales por el método del número más probable

Los coliformes fecales forman parte de los coliformes totales y son un grupo de microorganismos que pueden fermentar la lactosa a 44 y 45°C. Son bacterias que se encuentran en el tracto intestinal de los animales e incluyen bacterias del género *Escherichia* y *Klebsiella*. Las pruebas de coliformes fecales son sencillas para evaluar la contaminación en alimentos.

Procedimiento

- A partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándose para homogeneizar, se inocularon con tres asadas los tubos conteniendo caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB).
- Se incubó durante 48 ± 3 h a 35 ± 0.5 °C.
- Después de la incubación se observó la presencia de turbidez y de gas.

4.6 Panel de evaluadores de las características sensoriales (Anexo 8)

La evaluación sensorial implementada del tipo afectiva se hizo con todas las muestras de queso, con el propósito de determinar la aceptabilidad de consumo del producto; en conjunto con una escala hedónica como instrumento de recolección de datos.

La evaluación sensorial se llevó a cabo con 50 panelistas no entrenados, estudiantes universitarios, consumidores de queso, seleccionado en un rango de edad entre los 18-26 años.

En donde se estableció la siguiente metodología:

- No haber consumido alimentos, bebidas o fumado 30 minutos antes.
- Tomar agua entre cada muestra.
- Responder el instrumento de recolección de datos de acuerdo con la percepción personal.
- No compartir percepciones durante la evaluación con el resto de los panelistas.
- Se estimuló la participación con un incentivo.

Para la evaluación sensorial se incluyó un testigo que fue un queso crema bovino comercial ya que en los supermercados locales no se ofrecen quesos cremas de leche de cabra, pero este testigo cumplía con los atributos sensoriales, las muestras fueron codificadas con el objetivo de que el panelista no identificará la relación entre ellas. Según (Nora, 2016) menciona que “las pruebas de escalas hedónicas se pueden realizar con 25-100 evaluadores no entrenados”.

Durante la prueba organoléptica, las muestras de queso se sirvieron en orden aleatorio en envases plásticos de polipropileno con capacidad de 20g, cada muestra fue codificada de tal forma que los panelistas no tuvieran idea sobre las características y la relación entre ellas, la escala hedónica fue conformada por cinco puntos (Me disgusta mucho hasta Me gusta mucho), en las características organolépticas, color, olor, sabor y textura. Para su posterior interpretación y análisis estadístico determinando cuál de las muestras tuvo mejor aceptación.

4.7. Análisis de Datos

La Información obtenida se ordenó en Excel, las características sensoriales y calidad total del producto, se le aplicó análisis descriptivo (Frecuencia, promedios, porcentajes) y pruebas de análisis de varianza no paramétrica (Kruskall-Wallis) al 95% de confianza para las características sensoriales, empleando el paquete estadístico SPSS (v.21).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características fisicoquímicas de la leche de cabra

El cuadro 11 muestra los resultados correspondientes a los promedios totales de los análisis físicos para la leche proveniente de las dos razas en estudio (**a₁** y **a₂**), las cuales se compararon con la Normativa Técnica Ecuatoriana [NTE INEN 2623], que establece los requisitos para leche de cabra pasteurizada, con el Artículo N° 555 del Código Alimentario Argentino (CAA) con los estándares de calidad e identidad para la leche de otras especies distintas de la vaca y con la caracterización fisicoquímica y sensorial de leches caprinas publicado por la Universidad de Costa Rica.

Toda la información científica recopilada y expresada en el siguiente cuadro fue tomada de la base de datos de la FAO porque en Nicaragua no existe una normativa que establezca los parámetros de calidad para leche de cabra en el desarrollo de productos, razón por la que se consultó información científica de otras investigaciones de la región con el fin de desarrollar la discusión y comparar los resultados.

Cuadro 11. Valores promedio de las características fisicoquímicos de la leche fresca

Parámetros	a ₁	a ₂	NTE INEN 2623	Código Alimentario N°555 (CAA)	Artículo científico UCR
	Resultados promedio obtenidos		Valores aceptados		
Densidad (kg/m ³)	1.032	1.030	1.02-1.040	1.027-1.039	1.026
Acidez %	0.17%	0.16%	1.0-1.60%	0.14-0.22%	0.15%
pH	6	6	--	--	6.5
Proteína %	3.9%	3.7%	3.0-3.7%	Min 2.8%	2.6%
Grasa %	3.6%	3.3%	4-7%	Min 3.0%	5.8%

*NTE INEN 2623 Norma Técnica Ecuatoriana para leche de cabra pasteurizada

*Artículo N° 555 del Código Alimentario Argentino (CAA) estándares de calidad e identidad para la leche de otras especies distinta de vaca

*Características fisicoquímicas y sensoriales de leches caprinas y bovinas enteras, descremadas y deslactosadas publicado por la Universidad de Costa Rica

De acuerdo con la base de datos consultada y los valores promedios obtenidos en las características fisicoquímicas de la leche de cabra, se comprobó que la leche de las razas evaluadas estaba dentro de los valores aceptados para su procesamiento y transformación, catalogándola como leche de buena calidad, apta para el procesamiento y el consumo humano.

En conformidad al Código Alimentario Argentino N°555, que define las características fisicoquímicas para la leche de otras especies distintas de la vaca, para la leche de cabra los valores aceptados por el Código Argentino para la densidad es de 1.027-1.039 kg/m³, acidez de 0.14-0.22 y como valores mínimos permitidos en proteína es del 2.8-3.0% en grasa, los resultados de este estudio para los factores (a₁ y a₂), leche de cabra de las razas Anglo Nubian y Saanen estuvieron dentro de los rangos aceptados por el Código Alimentario con valores promedios en densidad de 1.030-1.032 kg/m³, acidez del 0.16-0.17, un rango de proteína del 3.7%-3.9% y porcentajes en grasa del 3.3%-3.6%.

La Norma Técnica Ecuatoriana [INEN 2623] establece los requisitos que deberá cumplir la leche pasteurizada de cabra, destinada al consumo directo o al procesamiento, según esta normativa los valores físico químicos aceptados para densidad son del 1.026-1.042 kg/m³, acidez del 0.14-0.22, la proteína deberá estar en un rango de 3.0-3.7% y los porcentajes de grasa del 4-7%, por tanto los valores obtenidos en la leche de este estudio estuvieron dentro de los criterios de aceptación de la Normativa Ecuatoriana exceptuando por el porcentaje mínimo de grasa que la leche de las razas de los factores (a₁ y a₂) debía tener, esta diferencia en el contenido de grasa podría relacionarse a factores demográficos, climáticos, alimenticios, estado sanitario, factores genéticos y periodo de lactancia de los caprinos de esta región.

Según Blandón, (2023) también define en su investigación que los resultados fisicoquímicos en la leche están relacionados a diferentes factores como la raza del animal, la edad, la alimentación, el periodo de lactancia, la estación, la nutrición, el tiempo de ordeño, el estado sanitario, condiciones y si están bajo medicación o no (pág.25).

En el artículo científico publicado por la Universidad de Costa Rica sobre la caracterización fisicoquímica y sensorial de leches caprinas, establece que la leche de las razas Anglo Nubian y Saanen deberán estar en rango de densidad del 1.026-kg/m³, un rango de acidez del 0.15%, pH 6.5, proteína 2.6% y grasa 5.8%, los cuales están en correspondencia a los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 11).

El siguiente cuadro muestra los resultados promedio obtenidos en cada una de las etapas de producción del queso crema en estudio.

Cuadro 12. Resultados promedio, cultivos y aditivos dosificados en los tratamientos

Tratamientos				
Atributos	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂
Leche inicial (ml)	2000 ml	2000 ml	2000 ml	2000 ml
Cultivo ácido láctico (g)	1 g	1 g	1 g	1 g
Rendimiento (g)	1411 g	1457 g	1044 g	1379 g
Desuerado (ml)	210 ml	205 ml	700 ml	254 ml
Conservante (g)	0.70 g	0.73 g	0.52 g	0.69 g
Cantidad de sal (g)	7 g	7 g	5 g	6 g

Según (Reyes, 2019, p.36) en su investigación establece que el rendimiento quesero con leche de cabra de las razas Anglo Nubian y Saanen ronda un 51-52%. Por tanto, el rendimiento obtenido en la producción de queso crema de esta investigación estuvo en un rango 52-72%, por lo que se afirma que con la leche de las razas en estudio se obtiene un alto rendimiento quesero.

El tratamiento a₁b₂, (Anglo Nubian y cultivo ácido láctico tipo mesófilo), obtuvieron el mayor nivel de rendimiento, seguido el tratamiento a₁b₁ (Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo termófilo Yoflex Harmony), lo que indica que existe una mayor eficiencia en la concentración de sólidos, reduciendo la cantidad de suero producido. Al ser la leche de una misma raza caprina se estima que las diferencias se deben al efecto de los cultivos ácido lácticos.

Este mismo resultado se puede verificar al analizar el desuerado, donde la leche proveniente de la raza Saanen en los tratamientos a₂b₁ (Leche de la raza Saanen + Cultivo termófilo Yoflex Harmony) y a₂b₂ (Leche de la raza Saanen + Cultivo mesófilo R-704), reportaron mayores cantidades de suero en rango de 250-700 ml y menores rendimientos queseros en relación con los demás tratamientos.

5.2. Prueba presuntiva de coliformes totales

Se desarrolló una prueba presuntiva para la detección del grupo coliformes por el método del número más probable (NMP) para cada tratamiento aplicando la metodología de diluciones seriadas por tres tubos (10^{-1} hasta 10^{-3}). Se obtuvo como resultado tres muestras positivas en las diluciones 10^{-1} del tratamiento **a1b1** (Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo termófilo Yoflex Harmony), con presencia de turbidez y gas en la campana de Durham como indicador de fermentación característico en este grupo de bacterias. Las muestras positivas se utilizaron para desarrollar la prueba confirmativa de coliformes totales y fecales. En cambio, las muestras con resultado negativo correspondientes a los demás tratamientos del estudio fueron descartadas.

5.3. Resultados en prueba confirmativa para coliformes totales y fecales

En la prueba confirmativa para coliformes totales y coliformes fecales se preparó el caldo lactosado bilis verde brillante como medio de enriquecimiento para confirmar la presencia de este grupo específico de bacterias coliformes. Al inocular los tubos luego de tomar tres asadas de las muestras positivas de las pruebas presuntivas e incubarlas por 24 horas se obtuvo que el 66.66 % resultaron positivas tanto para coliformes (Cuadro 13), comparando los resultados de las soluciones seriadas con la tabla de NMP para serie de 3 tubos por Standard Methods, se demuestra como resultado **9 NMP/g** para Coliformes totales y fecales para el queso crema a base de leche de cabra tratamiento (**a1b1**).

Cuadro 13. Prueba confirmativa de coliformes totales y fecales

N° de repeticiones	Coliformes totales	Coliformes fecales
1	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo
3	Negativo	Negativo
NC	200	200

NC: Número Característico

La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF) establece que los límites máximos permitidos para el grupo de Coliformes Totales y Fecales son de <3 NMP/g para ambos grupos coliformes.

Por lo tanto, en conformidad a los resultados se pudo comprobar que la muestra de queso examinada del tratamiento (**a1b1**) que correspondían a la leche de la raza Anglo Nubian y el Cultivo termófilo Yoflex Harmony estaban contaminadas y el resultado por NMP estaba por encima de los límites máximos permitidos.

Bardales, (2019) por medio de su investigación sobre el periodo de vida útil en el queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas demostró que la calidad microbiológica del queso se altera durante el almacenamiento, ya que después de 253 horas o el equivalente a 11 días el recuento microbiano está por encima del límite máximo permitido, el cual comprobó la importancia del control microbiológico, las buenas prácticas de manufactura y mantener la cadena de frío en 4°C para la conservación de los alimentos a una temperatura controlada ya que un queso contaminado podría ser sensorialmente aceptado por los consumidores (pág.50).

5.4. Evaluación sensorial del queso crema

Los panelistas que participaron en la evaluación sensorial (Figura 2), consistieron en 26 personas del sexo femenino (52 %) y 24 del sexo masculino (48%). Asimismo, al analizar la (Figura 3), se observa que hubo mayor participación de panelistas con un rango de edad entre 19 y 22 años, tratándose de personas jóvenes lo que constituye un mercado potencial para el producto generado en esta investigación.

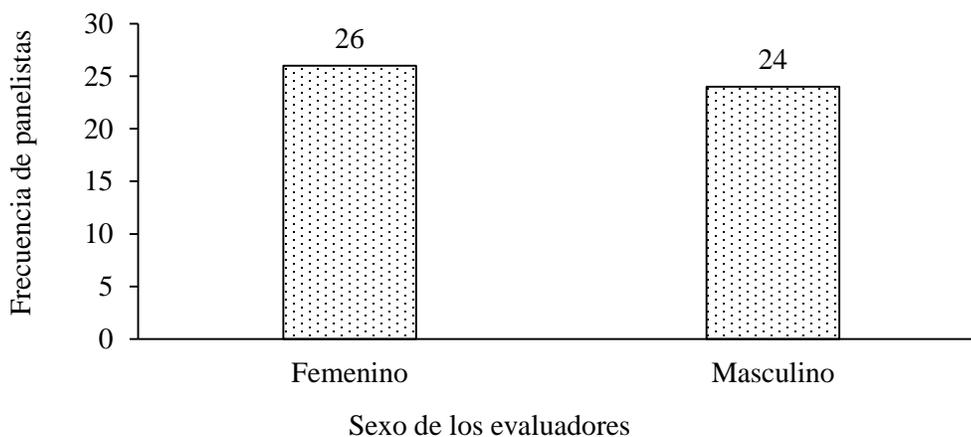


Figura 2. Sexo de los jueces o panelistas evaluadores

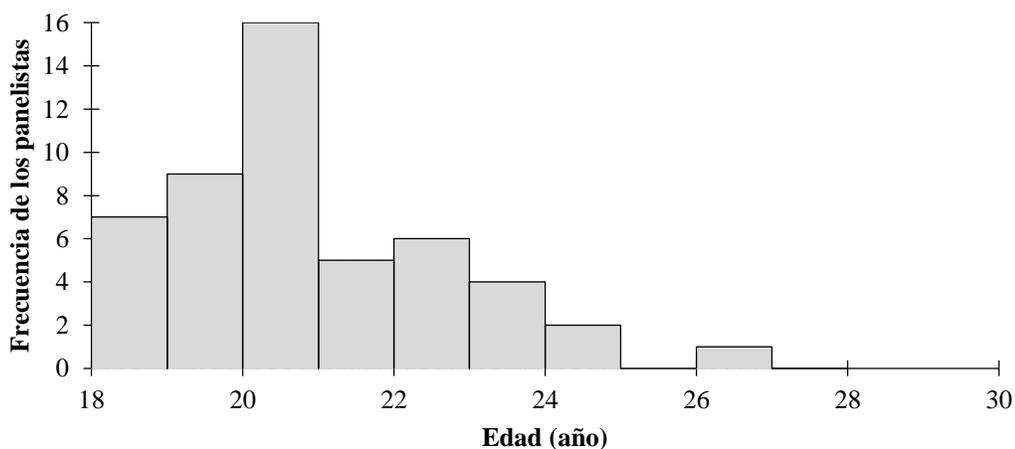


Figura 3. Rango de edad de los panelistas evaluadores de queso crema

Los puntajes para medir la actitud de los consumidores partían desde el valor uno hasta el valor cinco, los cuales se codificaron de la siguiente manera: muy desfavorable (1-2), desfavorable (2-3), un resultado favorable era entre (3-4) y muy favorable entre (3-5).

Los resultados obtenidos indican que los panelistas valoraron mayoritariamente el producto como favorable, por lo que se estima que el queso crema tuvo un nivel de aceptabilidad bueno en la evaluación sensorial (Figura 4).

Así mismo, se determinó la tendencia o la actitud de los panelistas no entrenados en la selección de los tratamientos, mostrando una tendencia de me gusta levemente hasta me gusta mucho, esto representa una buena aceptación del producto final (Figura 5).

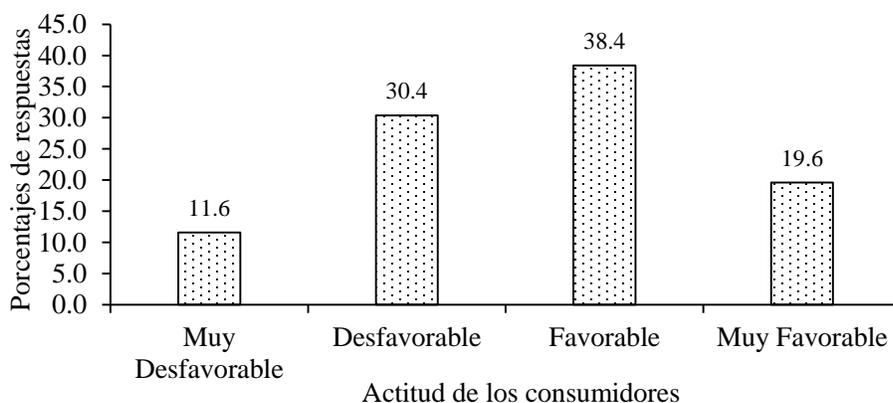


Figura 4. Actitud de los panelistas con los diferentes tratamientos en la evaluación sensorial

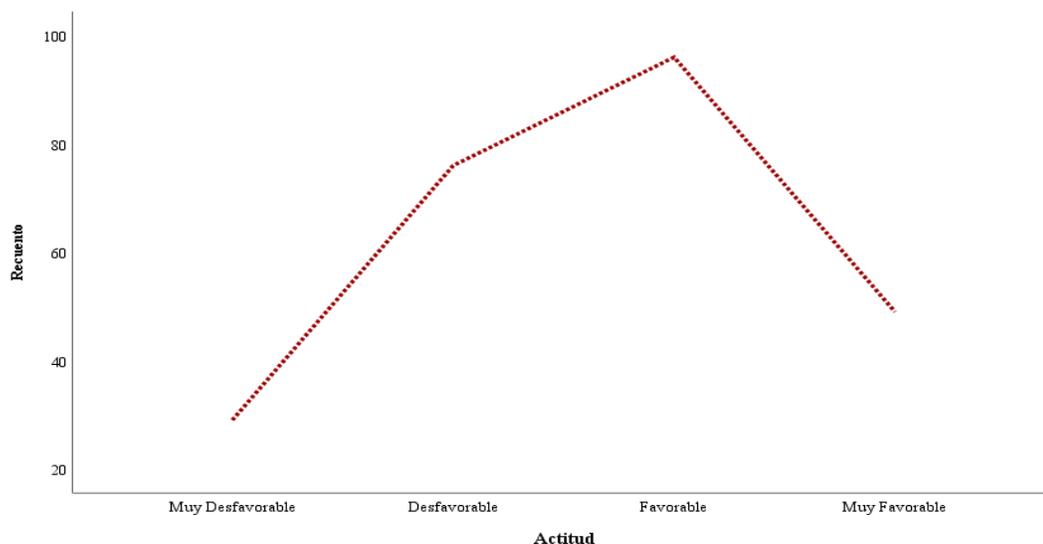


Figura 5. Tendencia de actitudes (perfil de actitud) en la selección de los tratamientos

Al analizar, las variables organolépticas se pudieron, clasificar los diferentes tratamientos de mejor aceptación al menos aceptado por parte de los panelistas evaluadores, el aroma fue muy similar en todos los tratamientos, siendo el tratamiento a_1b_1 , el que mostró menor aroma, sabor, textura y actitud de aceptación por parte de los evaluadores. No obstante, los tratamientos a_1b_2 , a_2b_1 , a_2b_2 , fueron catalogados similares al testigo a_3b_3 , esto indica que el producto ofertado tiene buena aceptación siendo muy similar al queso crema a base de leche de vaca que se comercializa en los mercados preferenciales (Cuadro 14).

Cuadro 14. Evaluación de las características organolépticas del queso crema

Variables	Tratamientos					Valor (K)
	a_1b_1	a_1b_2	a_2b_1	a_2b_2	a_3b_3	
Aroma	2.74±1.41(b)	2.90±1.26 (ab)	3.48±1.03 (ab)	3.18±1.30 (ab)	3.56±1.43 (a)	K= 9.488 p= 0.010
Color	3.78±1.11(a)	3.62±1.08(a)	3.56±1.23(a)	3.68±1.22(a)	3.62±1.36(a)	p= 0.903
Sabor	2.60±1.14(b)	2.72±1.12(a)	3.12±1.18(a)	3.08±1.22(a)	4.18±1.17(a)	p= 0.001
Textura	2.88±1.22(b)	2.94±1.18(b)	3.12±1.22(b)	3.24±1.26(b)	4.02±1.30(a)	p= 0.001
Actitud	3.00±0.85(b)	3.05±0.84(b)	3.32±0.79(b)	3.29±0.80(b)	3.84±0.99(a)	p= 0.001

Rango Kruskal-Wallis (K), p-valor (p), medias con letras en común no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$)

Se tomaron en cuenta cinco parámetros de aceptación para el desarrollo de la evaluación organoléptica, con base a los resultados para la variable color, se aprecia que todos los tratamientos tuvieron una aceptación promedio similar, según los resultados de la variable sabor el tratamiento a_1b_1 fue el que tuvo menor aceptación en relación todos los demás tratamientos. Para las variables aroma, textura y actitud de aceptación el tratamiento testigo a_3b_3 , fue el que tuvo la mayor aceptación o preferencia de parte de los panelistas no entrenados durante la evaluación sensorial hecha en condiciones controladas.

Se puede observar que según los evaluadores el tratamiento a_3b_3 , se relaciona con el sabor y la textura como variables de clasificación, para los tratamientos a_2b_2 y a_1b_2 estuvieron mejor perfilados en la variable del aroma, en cuanto al tratamiento a_1b_1 fue catalogado con el mejor color entre todas las muestras, sin embargo, el tratamiento a_2b_2 tuvo un resultado diferente con relación a las variables, lo que indica que las cualidades organolépticas de esta muestra eran diferentes en comparación con todos los demás tratamientos, relacionándose directamente con la actitud de aceptación de los panelistas. (Figura 6).

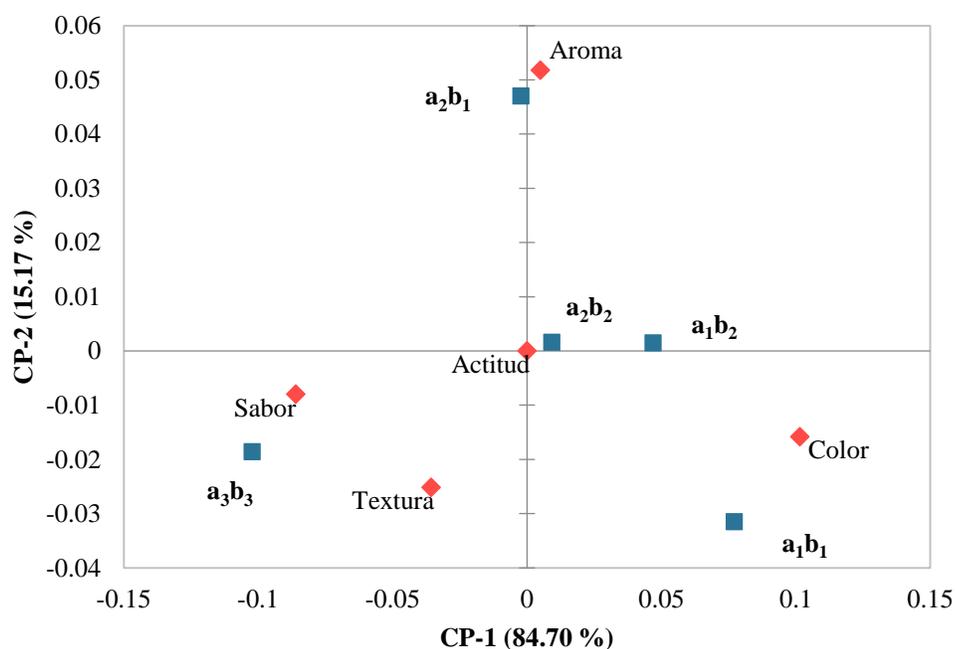


Figura 6. Representación bidimensional de los atributos sensoriales y los tratamientos evaluados

Al analizar los resultados de los panelistas, se determinó que los evaluadores no entrenados se dividieron en dos grupos, el primero representaba el 80% de los sujetos en estudio con similitud en las respuestas ($f_i=40$), estos catalogaron los tratamientos de la evaluación sensorial con una actitud de favorable a muy favorable, el grupo dos estaba conformado por el 20% restante de los panelistas ($f_i=10$), los que catalogaron el producto desde desfavorable a favorable (Figura 7) lo cual expresa un resultado positivo para la evaluación sensorial, ya que la mayor parte de panelistas calificaron la aceptabilidad del queso crema de cabra con una tendencia más favorable que desfavorable.

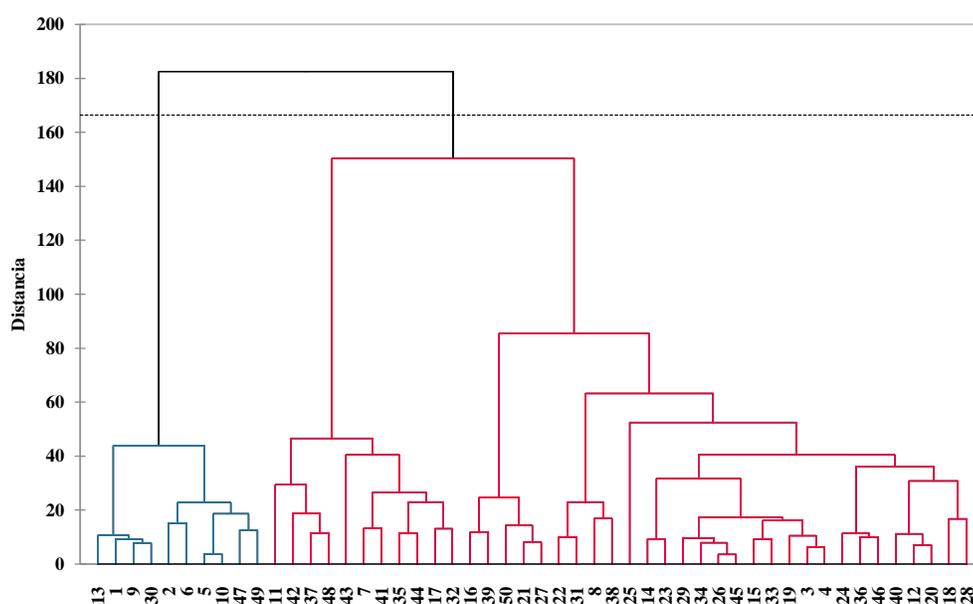


Figura 7. Agrupación de los panelistas con similitud en las respuestas, en la evaluación de queso crema

A través de los resultados de la evaluación en las características organolépticas del queso crema se observó que la leche de las razas, los cultivos y los tratamientos en estudio tuvieron influencia directa en los atributos sensoriales, en las características fisicoquímicas y el rendimiento quesero obtenido.

Según (Mosquera, 2022) por medio de los resultados de su investigación establece que la presencia de bacterias ácido-lácticas en cultivos iniciadores determina varias propiedades fisicoquímicas en el desarrollo de alimentos tecnológicos, como el contenido de ácido linoleico, el perfil de aminoácidos, pH, también influyen en características de interés como la consistencia y aceptabilidad del queso. Por esto, estudiar la influencia de las bacterias ácido-lácticas y su relación en la producción de alimentos puede guiar el desarrollo de un queso crema de cabra de la mejor calidad (p.49).

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Las características fisicoquímicas de la leche de cabra se encontraron dentro de los parámetros establecidos por información científica publicada por la base de datos de la FAO, así mismo se determinó que los medios de cultivo sí influyeron directamente en el rendimiento y la calidad del queso.
- ✓ Se encontraron pruebas positivas en la dilución 10^1 para el tratamiento (**a1b1**) tanto para coliformes totales y coliformes fecales.
- ✓ La evaluación sensorial determinó que existe una actitud de aceptación de favorable a muy favorable por parte de los panelistas en el queso crema, siendo la textura, aroma y el sabor parámetros determinantes en la aceptación del producto final. Los tratamientos (**a2b1**) leche de la raza Saanen + cultivo termófilo Yoflex Harmony, (**a1b1**) leche de la raza Saanen + cultivo mesófilo R-704 fueron los tratamientos que tuvieron la mejor aceptación por parte de los evaluadores.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar los estudios sobre esta temática en donde se incorporen análisis completo de bromatología, al producto final.

- ✓ Incrementar el número de análisis de Salmonella y E. coli a la materia prima y producto final, así como incorporar análisis de pH, a las muestras y producto final.

VIII. LITERATURA CITADA

- Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. (2021). Caracterización del sector caprino en la Argentina. AACREA. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/procal/estudios/04_Caprino/Sector_Caprino_Argentina.pdf
- Agurcia y Gómez (2022). Rendimiento quesero de la leche del ganado de la raza Reyna de las frecuencias genotípicas del gen kappa caseína (AA, AB), en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, año 2021. [Tesis de pregrado]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02a284.pdf>
- Adrianzén y Nole (2022). Efectos de ultrasonidos y pasteurización sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de cabra. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Frontera]. <http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/220>
- Ávila, A. (2019). Evaluación de la nutrición macro y micro mineral en vacas lactantes, en 8 ambientes de la Sierra Ecuatoriana en Quito. [Tesis de pregrado Universidad San Francisco]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8906/1/121724.pdf>
- Barda, N. (2006). Análisis sensorial de los alimentos. <https://www.sidalc.net/search/cgibin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion%20=mfn=04028>
- Blandón, E. (2023). Influencia del sistema productivo lácteo de la finca Las Mercedes en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche en el periodo de febrero a mayo en Universidad Nacional Agraria 2022. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4641/1/tnq04b642i.pdf>
- Bardales, Y. (2019). Determinación del periodo de vida útil en queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1766>,
- Bidot-Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra revisión bibliográfica. Scielo Cuba. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v29n2/rpa05217.pdf>

- Barquero-Saldarriaga y Chacón-Villalobos (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches saborizadas elaboradas con leche caprina y bovina [Artículo científico UCR]. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/46743/49476#toc>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas. <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/index.html?lang=es>
- (Cárdenas-Mazón et al., 2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253. [DialnetUsoDePruebasAfectivasDiscriminatoriasYDescriptivas-6560198 \(1\).pdf](#)
- Cajamarca, M. (2022). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda bovina. [Tesis de pregrado Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23660/1/UPS-CT010143.pdf>
- Castaño y Bernal (2015). Validación del método de ensayo de Coliformes totales y fecales por la técnica de Número más probable (NMP) en la calidad del queso fresco producido a pequeña escala. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10901/16168>.
- Compañía de Biociencia Global. (2023). Cultivos y enzimas para la alimentación. CHR-HANSEN. <https://www.chr-hansen.com/es/about-us/purpose-and-strategy>
- Codex Alimentarius. (2018). Norma para el queso crema CXS 275-1973. FAO. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B275-1973%252FCXS_275s.pdf
- Código Alimentario Argentino. (2006). Resolución Conjunta N° 33/06 y 563/06. FAO. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC066125/>
- Comisión Internacional en Especificaciones Microbiológicas para Alimentos. (2011). *Microorganismos en Alimentos 8*. FAO. <https://www.icmsf.org/publications/books/>

- Chávez, T. (2018). Manual de controles preventivos para la elaboración de leche fluida, helados, yogurt, queso crema y queso crema con chile en la Planta de Lácteos de Zamorano. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano] <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/76af589c-8f15-49dc-8eff-7d5fa19ef7ca/content>
- (Dussán-Sarria et al., 2020). Almacenamiento refrigerado de piña mínimamente procesada. Cambios en atributos fisicoquímicos y sensoriales. CIT Información Tecnológica, 11-18. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000200011>
- Furtado et al., (2014). Bacteriocinogenic *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* DF04Mi isolated from goat milk: characterization of the bacteriocin. Brazilian Journal of Microbiology, 46(1), 201-206. <https://www.scielo.br/j/bjm/a/f7t8LxxrsgCfkhdLQ6ZStYJ/?lang=en>
- González-Córdova et al, (2017). Bacteriocinas de Bacterias Ácido-Lácticas: Mecanismos de Acción Contra Patógenos en Quesos [Artículo Científico]. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33951621002.pdf>
- (Heredia et al., 2017). Bacteriocinas de bacterias ácido-lácticas: mecanismos de acción y actividad antimicrobiana contra patógenos en quesos. Interciencia, vol. 42, núm. 6, pp. 340-346. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33951621002>
- Hernández, J. (2021). Elaboración y mercadeo de queso pasteurizado con leche de cabra en una región de Puebla [Artículo científico]. Sistema de información científica Redalyc. <https://www.redalyc.org/journal/141/14169723011/14169723011.pdf>,
- Merchán-Castellanos et al., (2018). Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016 [Revisión bibliográfica]. <https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/171/260>
- Morales-Nolasco et al., (2020). Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de queso crema elaborado con adición de bacterias ácido-lácticas como cultivo iniciador. Biotecnia, 22(1), 93-101. <https://doi.org/10.18633/Biotecnia.V22i1.1129>

- Normalización Española UNE. (2017). Microbiología de la cadena alimentaria. Preparación de las muestras de ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para examen microbiológico. (ISO 6887-1:2017). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058878>
- Norma técnica obligatoria nicaragüense. (2017). Leche y productos lácteos. Leche cruda (vaca). Especificaciones. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/22313562f0e0c3ae0625821800614b85OpenDocument>
- NTON 03 021-08: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense sobre etiquetado de alimentos preenvasados para consumo humano. (s/f). Informe.org. Recuperado el 13 de junio de 2023, de <https://www.informe.org/en/legislation/nton-03-021-08-norma-t%C3%A9cnica-obligatoria-nicarag%C3%BCense-sobre-etiquetado-de-alimentos>
- Normativa Técnica Ecuatoriana. (2012) NTE INEN 2623: Requisitos de la leche de cabra pasteurizada. FAO. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC120649/>
- Paredes, B. (2022). Determinación de coliformes fecales en alimentos comercializados en mercados del Perú: Una revisión narrativa. [Tesis de pregrado, Universidad de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/18319/ParedesEb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Puente, B. (2022). Análisis fisicoquímico del queso fresco elaborado con diferentes niveles de cebollín shuar. [Tesis de pregrado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18415/1/17T01828.pdf>
- Reyes Gutiérrez I.B. (2019). Caracterización de la calidad nutricional, sanitaria y eficiencia tecnológica de la leche fresca de tres grupos raciales caprinos (Saanen, Toggenburg Y Nubia) Managua-Finca Santa Rosa, 2018. [Tesis De Pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://Cenida.Una.Edu.Ni/Tesis/Tnq04r457.Pdf>
- Rodríguez, A. (2020). Evaluación de Coliformes totales y Escherichia coli en superficies de contacto, Salmonella sp. en carne de res, en el primer y tercer trimestre del 2018, establecimiento #2. Managua, Nicaragua. [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4124/1/tnq03r692.pdf>

- Sadiq et al., (2019) Lactic Acid Bacteria as Antifungal and Anti-Mycotoxigenic Agents: A Comprehensive Review in Food Science and Food Safety. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12481>
- Skrye VC, Orellana JC. (2018). Reacción adversa por aditivos alimentarios en un paciente pediátrico. *Rev Alerg Mex.* 2018;65(2):187-191. [ram2018-2-08-aditivos.indd \(scielo.org.mx\)](https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.02.008)
- Sáenz García, A.A. (2007). Ovinos y caprinos. Universidad Nacional Agraria. [Https://Cenida.Una.Edu.Ni/Textos/NI01s127o.Pdf](https://cenida.una.edu.ni/textos/NI01s127o.pdf)
- San Martín, S. (2020). Productos lácteos fermentados y microbiología industrial en la fabricación de quesos. <https://digital.csic.es/10261/228139/1/819087.pdf>
- Sixto, B. (2020). Caracterización de la calidad microbiológica del queso de cabra artesanal tratado con extractos etnológicos en polvo de pipicha (*porophyllun tagetoides*) fresca. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio]. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/2895/1/TESIS%20BRENDA%20SIXTO.pdf>
- (Torres-Ruda et al., 2021). Características composición y calidad higiénica de la leche de cabra de sistemas de producción de la provincia de García Rovira, Santander Colombia. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/3569>
- (Vásquez et al., 2018). Evaluación de la calidad bacteriológica de quesos frescos en Cajamarca [Artículo científico por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú]. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000100005

IX. ANEXOS

Anexo 1. Lista de cotejo para la aceptación o rechazo de la leche de cabra

Aspectos para evaluar	Si cumple	No cumple
El ordeñador tiene aspecto limpio		
El área de ordeño presenta las condiciones higiénicas adecuadas		
Inmovilización correcta de los caprinos durante el ordeño		
Preparación y lavado correcto de cubetas y mantras		
El ordeñador realiza un correcto lavado de brazos y manos		
Lavado y secado de los pezones antes del ordeño		
El aspecto de la leche es homogéneo, libre de materiales extraños		
El color de la leche es blanco, homogéneo o ligeramente amarillento		
El olor es característico de la leche, libre de olores extraños		
Su sabor es el característico de la leche o ligeramente dulce		
Se realiza un filtrado a la leche recién ordeñada		
Leche tapada correctamente para su traslado		

Observaciones:

Anexo 2. Test de escala hedónica para evaluación sensorial

La Escala se hizo tomando como referencia la metodología para Evaluación Sensorial empleada por (Dussán-Sarria et al., 2020, p. 14).

Edad: _____ **Sexo:** _____ **Fecha:** _____

Producto: Queso crema a base de leche de cabra

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar. Hay cinco muestras a ser evaluadas por usted. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca.

Pruebe cada una de las muestras y califique el color, olor, sabor y textura de acuerdo con la siguiente escala marcando con una **X** la que considere correspondiente:

a₁b₁= Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo termófilo Yoflex Harmony

a₁b₂= Leche de la raza Anglo Nubian + Cultivo mesófilo R-704

a₂b₁= Leche de la raza Saanen + Cultivo termófilo Yoflex Harmony

a₂b₂= Leche de la raza Saanen + Cultivo mesófilo R-704

A) Evaluación del aroma.

Muestra	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₃
1. Ni me gusta / ni me disgusta					
2. Me disgusta mucho					
3. Me gusta levemente					
4. Me gusta moderadamente					
5. Me gusta mucho					

B) B-Evaluación del color.

Muestra	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₃
1. Ni me gusta / ni me disgusta					
2. Me disgusta mucho					
3. Me gusta levemente					
4. Me gusta moderadamente					
5. Me gusta mucho					

C) C-Evaluación del sabor.

Muestra	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₃
1. Ni me gusta / ni me disgusta					
2. Me disgusta mucho					
3. Me gusta levemente					
4. Me gusta moderadamente					
5. Me gusta mucho					

D- Evaluación de la textura.

Muestra	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₃
1. Ni me gusta / ni me disgusta					
2. Me disgusta mucho					
3. Me gusta levemente					
4. Me gusta moderadamente					
5. Me gusta mucho					

D) E- Evaluación del producto en su totalidad.

Muestra	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₃
1. Ni me gusta / ni me disgusta					
2. Me disgusta mucho					
3. Me gusta levemente					
4. Me gusta moderadamente					
5. Me gusta mucho					

Observaciones

Anexo 3. Tabla de N.M.P para serie de tres tubos

N° de tubos positivos/ 3 tubos					
0.1 g	0.01 g	0.001g	NMP/g	Límites del 95 % confianza	
0	0	0	<3	-	-
0	0	1	3	<1	17
0	1	0	3	<1	17
1	0	0	4	<1	21
1	0	1	7	2	27
1	1	0	7	2	28
1	1	1	11	4	35
1	2	0	11	4	35
2	0	0	9	2	38
2	0	1	14	5	48
2	1	0	15	5	50
2	1	1	20	7	60
2	2	0	21	8	62
2	2	1	28	9	68
3	0	0	23	9	130
3	0	1	39	10	180
3	0	2	64	17	260
3	1	0	43	10	210
3	1	1	75	20	280
3	1	2	120	45	460
3	2	0	93	30	380
3	2	1	150	50	500
3	3	2	210	80	640
3	3	0	240	90	1400
3	3	1	460	100	2400
3	3	2	1100	300	4800
3	3	3	>1100	-	-

Fuente: Standard Methods, American Water Works Association, 2017.

Anexo 4. Visita a la granja caprina “La Cabrita”

Cabras en la visita a la finca



Aprisco “Las Cabritas”



Cabras antes del ordeño



Cabras después del ordeño



Anexo 5. Pruebas de plataforma en la leche de cabra

Toma de temperatura



Toma de pH



Prueba de densidad



Acidez titulable



Anexo 6. Procesamiento del queso crema

Pasteurización de la leche



Inoculación del cultivo



Fermentación de la leche



Desuerado por gravedad



Pesado del queso crema



Envasado de las muestras



Anexo 7. Pruebas microbiológicas

Pesado de la muestra



Adición de la muestra



Adición a las diluciones



Incubación de las diluciones



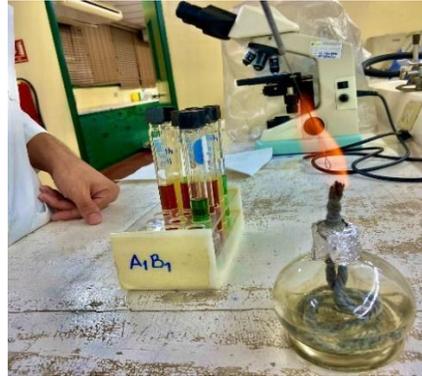
Muestras positivas prueba presuntiva



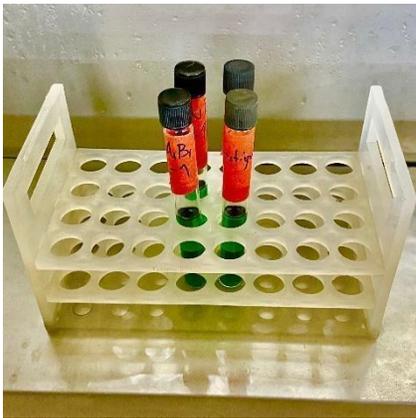
Materiales para prueba



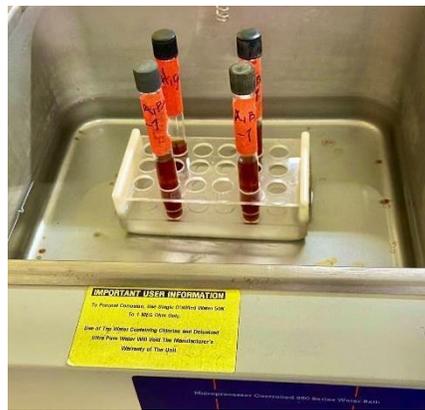
Siembra en los caldos confirmativa de coliformes totales y fecales.



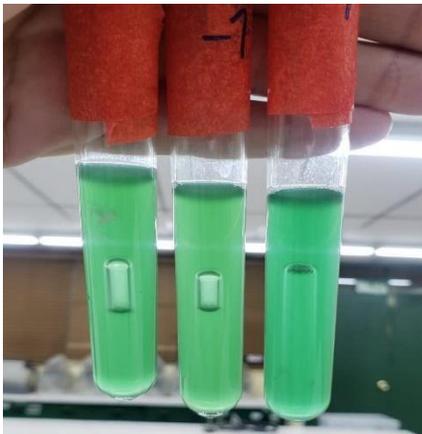
Incubación de coliformes Totales con caldo bilis verde brillante



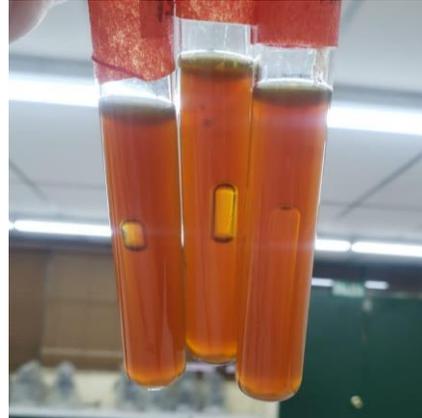
Incubación de coliformes fecales con caldo EC.



Resultados con presencia de coliformes totales.



Resultados con presencia de coliformes fecales

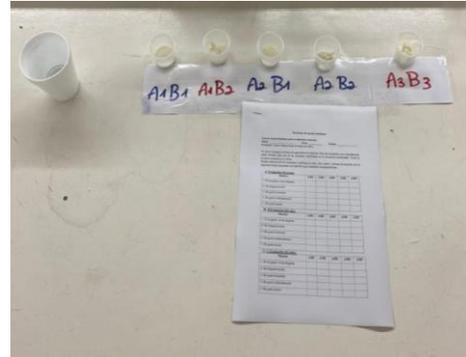


Anexo 8. Panel de Evaluación Sensorial

Pesaje de 5 g de muestra



Muestras a ser evaluadas



Panel de participantes



Voluntario evaluado



Anexo 9. Base de datos de las características primarias de la leche fresca raza Anglo Nubian

Base de datos leche de la raza Anglo Nubian granja caprina “Las cabritas”							
Leche inicial	Densidad kg/m ³	Temperatura °C	pH	Alcohol	Color	Olor	Sabor
2000 mL	1.032	15.7°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.031	15.9°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.5°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.8°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.6°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	17.1°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.031	16.0°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.1°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.

Anexo 10. Base de datos de las características primarias de la leche fresca raza Saanen

Base de datos leche de la raza Saanen granja caprina “Las cabritas”							
Leche inicial	Densidad kg/m ³	Temperatura °C	pH	Alcohol	Color	Olor	Sabor
2000 mL	1.030	15.9°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.5°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.031	15.7°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.030	18.5°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	16.4°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.032	15.0°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.031	15.8°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.
2000 mL	1.029	15.7°C	6	Neg.	Caract.	Caract.	Caract.

Anexo 11. Base de datos producción de queso crema tratamiento a1b1

Datos queso crema tratamiento leche de la raza Nubian + cultivo termófilo Yoflex Harmony						
Cantidad de leche (l)	Cantidad de Cultivo iniciador (gr)	T° de incubación (°C)	Tiempo coagulación (hrs)	Tiempo Desuera do (hrs)	Suero (ml)	Queso crema obtenido (gr)
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	200 ml	1459 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	215 ml	1378 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	205 ml	1424 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	215 ml	1384 gr

Anexo 12. Base de datos producción de queso crema tratamiento a1b2

Datos queso crema tratamiento leche de la raza Nubian + cultivo mesófilo R-704						
Cantidad de leche (l)	Cantidad de Cultivo iniciador (gr)	T° de incubación (°C)	Tiempo coagulación (hrs)	Tiempo desuerado (hrs)	Suero (ml)	Queso crema obtenido (gr)
2000 mL	1g	45°C	24 hrs	48 hrs	210 ml	1483 gr
2000 mL	1g	45°C	24 hrs	48 hrs	205 ml	1498 gr
2000 mL	1g	45°C	24 hrs	48 hrs	200 ml	1457 gr
2000 mL	1g	45°C	24 hrs	48 hrs	210 ml	1389 gr

Anexo 13. Base de datos producción de queso crema tratamiento a2b1

Datos queso crema tratamiento leche de la raza Saanen + cultivo termófilo Yoflex Harmony						
Cantidad de leche (l)	Cantidad de Cultivo iniciador (gr)	T° de incubación (°C)	Tiempo coagulación (hrs)	Tiempo desuerado (hrs)	Suero (ml)	Queso crema obtenido (gr)
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	700 ml	1047 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	690 ml	1140 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	705 ml	1038 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	700 ml	1052 gr

Anexo 14. Base de datos producción de queso crema tratamiento a2b2

Datos queso crema tratamiento leche de la raza Saanen + cultivo mesófilo R-704						
Cantidad de leche (l)	Cantidad de Cultivo iniciador (gr)	T° de incubación (°C)	Tiempo coagulación (hrs)	Tiempo desuerado (hrs)	Suero (ml)	Queso crema obtenido (gr)
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	250 ml	1381 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	255 ml	1372 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	250 ml	1385 gr
2000 mL	1gr	45°C	24 hrs	48 hrs	260 ml	1348 gr

Anexo 15. Base de datos de los aditivos utilizados en la producción de queso crema

Tratamientos	Cantidad de sal utilizada (gr)	Cantidad utilizada de estabilizante para queso crema (gr)	Cantidad de conservante utilizada
a1b1	7 gr	160 gr	1 gr
a1b1	7 gr	160 gr	1 gr
a1b1	7 gr	160 gr	1 gr
a1b1	7 gr	160 gr	1 gr
a1b2	7 gr	160 gr	1 gr
a1b2	7 gr	160 gr	1 gr
a1b2	7 gr	160 gr	1 gr
a1b2	7 gr	160 gr	1 gr
a2b1	5 gr	160 gr	1 gr
a2b1	5 gr	160 gr	1 gr
a2b1	5 gr	160 gr	1 gr
a2b1	5 gr	160 gr	1 gr
a2b2	6 gr	160 gr	1 gr
a2b2	6 gr	160 gr	1 gr
a2b2	6 gr	160 gr	1 gr
a2b2	6 gr	160 gr	1 gr

Anexo 16. Resultados de laboratorio para los análisis de grasa y proteína cruda en la leche



Universidad Nacional Agraria

Laboratorio de bromatología

Formulario del registro de informe de resultados

LABBRO-F-01-PT-08

Versión 01

Revisión 00

Informe de resultados de análisis bromatológico

Nombre y Apellido:	Julio Ulises Bojorge Rosales	Tipo de muestra:	Leche de Cabra
Procedencia:	FAGRO	Nº de muestras:	2
Dirección:		Fecha de recepción:	24/01/23
E-mail:	julioulisesbojorge@yahoo.com	Fecha de entrega:	26/01/23
Teléfono:	7502-1938	Nº de solicitud:	001-01-23

ID Lab.	Extracto Etéreo Babcock (%)	Proteína cruda (%)
001-2401-23	3.7	3.9
002-2401-23	3.3	3.6

Observaciones:

Muestra 1 N1: Raza Nubian-----001-2401-23

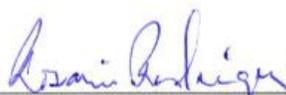
Muestra 2 N2: Raza Saanen-----002-2401-23

Resultados Expresados en base húmeda

Bajo Aceptación y responsabilidad del cliente se recepcionaron las muestras en condiciones de manejo y conservación inapropiadas. Producto perecedero ingresado con temperatura superior a los 10°C las cuales ingresan al laboratorio a temperatura ambiente y sin refrigerar al momento de la recepción.

*Metodología: %PC(AOAC 2001.11) y %EE(AOAC 989.04), 2016th.

- El laboratorio se hará responsable del manejo de la muestra, una vez que ingrese al mismo.
- Los análisis fueron realizados bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- Este resultado hace referencia únicamente a la muestra recibida.
- Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente el permiso por escrito del cliente.
- Este informe es confidencial entre el cliente y el laboratorio de bromatología.
- Los resultados reportados son en base seca del alimento.



Lic. Rosario Rodríguez, MSc.
Responsable de laboratorio





Lic. César Quintero Canizales
Técnico de laboratorio