

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniera
Agroindustrial**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE LAS FRACCIONES DEL CALOSTRO BOVINO Y
SU EFECTO EN LA CALIDAD COMPOSICIONAL Y TECNOLÓGICA DE LA
LECHE DESCREMADA**

Autor: Jhoselin Vanessa Vivas Pozo

Tutor: PhD. Davinia Sánchez Macías

**Riobamba - Ecuador
Año 2021**

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Caracterización de las fracciones del calostro bovino y su efecto en la calidad composicional y tecnológica de la leche descremada” presentado por Jhoselin Vanessa Vivas Pozo y dirigida por el PhD. Davinia Sánchez Macías,

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

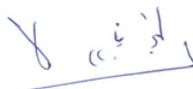
Para constancia de lo expuesto firman:



PhD. Davinia Sánchez Macías

Directora del proyecto de investigación

Firma



Dr. Jorge Vanegas

Miembro del tribunal

Firma



PhD. Darío Baño

Miembro del tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación, nos corresponde exclusivamente a Jhoselin Vanessa Vivas Pozo y a la directora del proyecto PhD. Davinia Sánchez Macías incluyendo todas las tablas y figuras que se encuentran en este trabajo, excepto las que contienen su propia fuente y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Jhoselin Vanessa Vivas Pozo

C.I. 040166290-3

Autora del proyecto



PhD. Davinia Sánchez Macías

C.I. 1754211934

Directora del proyecto de investigación

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dra. Davinia Sánchez Macías, en calidad de tutora de tesis, cuyo tema es: “CARACTERIZACIÓN DE LAS FRACCIONES DEL CALOSTRO BOVINO Y SU EFECTO EN LA CALIDAD COMPOSICIONAL Y TECNOLÓGICA DE LA LECHE DESCREMADA”, certifico; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la estudiante Jhoselin Vanessa Vivas Pozo, para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



PhD. Davinia Sánchez Macías

C.I. 1754211934

Directora del proyecto de investigación

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi hija que será el motor de mi vida, mi motivación, la pasión y la energía para lograr cada una de mis metas; a mis padres Maira Pozo y Edwin Vivas por dejarme la mejor herencia que es la educación, por brindarme apoyo durante mi vida profesional, por los consejos que me motivaron cada día a alcanzar mis objetivos.

A mis hermanos Deyanira Vivas y Joel Vivas que siempre me han apoyado en diferentes situaciones de mi vida estudiantil; ya que ellos son el motivo para seguir mejorando y dando lo mejor de mí.

A toda mi familia quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, por cada uno de sus consejos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por ser mi apoyo incondicional brindándome sus valores siendo nuestro pilar fundamental en el transcurso de mi vida estudiantil para así llegar a mis objetivos planteados.

Al Doctor. Antonio Murillo Ríos que me dio la oportunidad de crecer como ser humano en el ámbito profesional, por su tiempo dedicado y apoyo para poder realizar de mejor manera este trabajo de investigación. A la Doctora Davinia Sánchez por su generosidad en compartir conmigo sus conocimientos para poder finalizar mi tesis con éxito.

Al grupo de investigación de Producción Animal e Industrialización PROANIN de la Universidad Nacional de Chimborazo

A mis amigos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por los momentos compartidos especialmente al Ingeniero Alexis Maldonado por sus consejos y ser mi guía para poder desarrollar mis conocimientos

ÍNDICE GENERAL

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Leche cruda, pasteurizada, semi y descremada	5
2.2. Calostro bovino.....	7
2.3. Aplicaciones del calostro	9
2.4. Constituyentes químicos del calostro	10
2.4.1. Carbohidratos	10
2.4.2. Proteína.....	10
2.4.3. Citoquinas.....	11
2.4.4. Vitaminas liposolubles y solubles en agua	11
2.5. Propiedades físicas del calostro bovino	11
2.5.1. pH y capacidad de amortiguación	11
2.5.2. Color	12
2.5.3. Densidad	12
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo de Estudio.....	13
3.2. Población y muestra	13
3.3. Procedimiento para separar las fracciones del calostro bovino	13
3.3.1. Crema de calostro bovino	13
3.3.2. Obtención de proteína y suero de calostro bovino	14
3.3.3. Leche descremada.....	14
3.4. Diseño experimental, tratamientos	14

3.5. Variables dependientes o de respuesta.....	15
3.5.1. Análisis composicional.....	15
3.5.2. Análisis de la calidad tecnológica	15
3.6. Análisis estadístico	17
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. RESULTADOS	18
4.1.1. Características fisicoquímicas de las materias primas usadas en el experimento.	18
4.1.2. Composición química gruesa de los tratamientos.	20
4.1.3. Características fisicoquímicas de los tratamientos	21
4.2. DISCUSIÓN	26
4.2.1. Estudio sobre las fracciones del calostro bovino aisladas	26
4.2.2. Composición química gruesa de los tratamientos	27
4.2.3. Características fisicoquímicas y de color de los tratamientos	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1. Conclusiones	29
5.2. Recomendaciones.	29
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
ANEXOS	35
FOTOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda en Ecuador (NTE INEN 9, 2012).	5
Tabla 2. Requisitos de la leche pasteurizada, entera, semidescremada y descremada según la Norma INEN 10 (2012).	6
Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos del calostro desde el parto hasta los 90 días postparto.	8
Tabla 4. Variables independientes y número de tratamientos incluidos en el estudio.	15
Tabla 5. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos de la leche entera (LE), leche descremada (LD), calostro bovino entero (CE) y sus fracciones (crema de calostro, CC; proteína de calostro, PC; suero de calostro, SC).	18
Tabla 6. Composición gruesa de la leche entera y leche descremada con 1, 5 y 10% de adición de distintas fracciones de calostro.	22
Tabla 7. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos de la leche descremada (LD) con la adición de 0, 1, 5 y 10% de calostro entero y sus fracciones, cruda o pasteurizada.	23
Tabla 8. Parámetros de color en el sistema CIELab* de la leche entera, descremada y leche descremada con 1%, 5% y 10% de adición de distintas fracciones de calostro....	25
Tabla 9. Fotografías de las técnicas utilizadas en la investigación.	35

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 1: Densidad.....	15
Ec 2. Acidez titulable.....	16
Ec3. Rendimiento quesero (%).....	17

RESUMEN

El calostro es la secreción láctea inicial secretada por los mamíferos, y que es obtenida después del parto y los primeros días posteriores. Las características de los quesos bajos en grasa difieren negativamente de los quesos elaborados con leche entera, por lo que se hace preciso buscar materias primas que se puedan adicionar a la leche y mejorarlo. El objetivo de este estudio fue obtener y caracterizar diferentes fracciones de calostro bovino y analizar su efecto sobre la calidad composicional y tecnológica de la leche descremada para su potencial uso en la industria láctea. Se obtuvo calostro y diferentes fracciones del mismo: crema, suero quesero y caseinatos. Estos fueron caracterizados y adicionados al 1, 5 y 10% a leche descremada. A las materias primas, así como a sus mezclas, tanto en crudo como pasteurizadas a 63°C por 30min, se les realizó un análisis de composición básica (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales), densidad, pH, acidez titulable, capacidad tampón, rendimiento quesero y color instrumental. De manera general, la adición de calostro o cualquiera de sus materias primas modificaron la composición química básica de la leche descremada, así como sus propiedades fisicoquímicas, observado tanto en la leche cruda como en la pasteurizada. Sin embargo, es importante conocer en profundidad estas fracciones del calostro y cómo podrían afectar al producto terminado si se adicionan al proceso, fundamental para el desarrollo de nuevos productos con propiedades funcionales y mayor valor agregado.

Palabras claves: calostro, fracción, leche descremada, propiedad fisicoquímica.

ABSTRACT

Colostrum is the initial milk secretion secreted by mammals, which is obtained after parturition and the first few days after. The characteristics of low-fat cheeses differ negatively from cheeses made with whole milk, so it is necessary to look for raw materials that can be added to milk and improve it. The objective of this study was to obtain and characterize different fractions of bovine colostrum and analyze their effect on the compositional and technological quality of skim milk for its potential use in the dairy industry. Colostrum and different fractions of it were obtained: cream, cheese serum and caseinates. These were characterized and added to 1, 5 and 10% to skim milk. A basic composition analysis (fat, protein, lactose and total solids), density, pH, titratable acidity, buffer capacity, was performed on the raw materials, as well as their mixtures, both raw and pasteurized at 63°C for 30 min. cheese performance and instrumental color. In general, the addition of colostrum or any of its raw materials modified the basic chemical composition of skim milk, as well as its physicochemical properties, observed in both raw and pasteurized milk. However, it is important to know in depth these colostrum fractions and how they could affect the finished product if they are added to the process, essential for the development of new products with functional properties and greater added value.

Keywords: colostrum, fraction, skim milk, physicochemical property.

Reviewed by:
MsC. Edison Damian
Escudero **ENGLISH**
PROFESSOR
C.C.0601890593

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
CE	Calostro entero
CC	Crema de calostro
ES	Estabilidad de Etanol
Ig	Inmunoglobulina
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
LE	Leche entera
LD	Leche descremada
PC	Proteína de calostro
RCT	Tiempo de Coagulación
SC	Suero de calostro
TA	Acidez Titulable
TNF	Factores de necrosis tumoral
UPA	Unidad de Producción Agropecuaria
UHT	Temperatura ultra alta
β -Ig	Beta-lactoglobulina
α -la	Alfa-lactoalbúmina

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Para las familias de la sierra ecuatoriana, la producción de leche es de vital importancia. En la provincia de Chimborazo a partir del año 2008 la crianza del ganado vacuno ha ido creciendo a una tasa del 1% anual. El número de vacas ordeñadas y la producción total de leche cruda, de igual manera, han registrado tasas de crecimiento del 2% y 4% anuales, respectivamente (Zambrano et al., 2017). El principal destino de la leche cruda en Chimborazo es la venta en líquido, lo que representa un 74% frente al total de la producción. El 18,5% de leche cruda es consumida en la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA); 6,5% es procesado en la UPA y menos del 1% es dedicada a la alimentación de crías y otros fines (Zambrano et al., 2017). Por otro lado, según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) en 2013, se evidencia que en la provincia de Chimborazo la venta de leche líquida cruda es el principal destino ya que alcanza una participación del 84,6% sobre el total de ventas de leche.

Esto hace que los ganaderos de la provincia de Chimborazo se encuentren en clara desventaja al asumir un rol únicamente de proveedor de materia prima dentro de la cadena láctea, relegando los procesos de elaboración de productos lácteos a las industrias transformadoras (Zambrano et al., 2017).

La leche es un líquido secretado por la hembra de todas las especies de mamíferos, la cual cumple varias funciones fisiológicas; entre ellas la de suministrar los requisitos nutricionales completos del recién nacido (McGrath et al., 2016).

En el caso de la leche de origen bovino, su composición se encuentra influenciada por factores como la dieta, la genética, la época de lactancia y manejo del hato, así como por diversos factores ambientales (humedad, temperatura, altura) (Ortiz, 2021). En la glándula mamaria las diferentes fracciones que conforman la leche dependen de los precursores obtenidos en la digestión ruminal e intestinal y de la absorción de los alimentos. Por esta razón la calidad de la leche puede ser influenciada mediante la oferta de dietas con un mejor aporte nutricional (Buza et al., 2014).

Existen dos grandes grupos de proteínas en la fracción proteica de la leche. Las caseínas constituyen el 80% de las proteínas de la leche, mientras que las proteínas del suero, que constituyen el otro 20%, son proteínas solubles como las albuminas, Ig, α -la y lactoglobulinas, siendo la más importante la β -lg (Buza et al., 2014).

El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria obtenida en las primeras 48-72 horas postparto, contiene los mismos componentes de la leche cruda, a diferencia que estos cambian significativamente en los primeros días (Rathe et al., 2014).

Por otro lado, se ha registrado durante años el uso del calostro bovino para el consumo humano ya sea en alimentos o para terapias medicinales; al igual que se han realizado varios estudios donde se evalúan los beneficios en la suplementación de alimentos para humanos, dando como resultado mejoras en enfermedades gastrointestinales, respiratorias, inflamatorias y desarrollo óseo, entre otras (Silva et al., 2013).

Durante el primer ordeño, el 49% de calostro bovino es de buena calidad, existiendo diferencias entre primíparas y multíparas (Scándolo & Maciel, 2017). Datos del Sistema Nacional de Monitoreo de Salud Animal (NAHMS, 2007), sólo el 13% de los productores evalúa de manera rutinaria la calidad de calostro tanto su volumen como su apariencia, donde el 56% de estos lo estima de manera visual. Se puede inferir que, aunque se han realizado mejoras en el manejo y la calidad, existe aún la necesidad de capacitar a los productores sobre el almacenamiento y la administración oportuna para aumentar la transferencia pasiva y disminuir la tasa de morbilidad y mortalidad de terneros. La identificación y el análisis de puntos críticos en el manejo del calostro pueden ayudar a incrementar la supervivencia de los terneros (Scándolo & Maciel, 2017).

El calostro bovino contiene abundantes agentes inmunológicos que desempeñan una inmunidad pasiva en el recién nacido, garantizando protección y ayudando al desarrollo del sistema gastrointestinal de los terneros (Nikolic et al., 2017). Estos agentes pueden jugar un papel fundamental en la industria del procesamiento lácteo.

La composición y propiedades físicas del calostro bovino son muy variables debido a una serie de factores, incluyendo la edad, la raza, el número de parto, la nutrición y la duración del periodo seco (Dunn et al., 2017). En general, el calostro bovino en comparación con la leche madura contiene menos lactosa debido a su transición de calostro bovino a leche, más grasa, proteínas, Ig, péptidos, nitrógeno no proteico, vitaminas y minerales, hormonas, factores de crecimiento, citoquinas y nucleótidos (McGrath et al., 2016).

El calostro bovino es una materia prima que contiene una cantidad considerablemente alta de citoquinas, interleucinas, interferones (Skalka et al., 2017), las cuales actúan como factores de crecimiento similares a la insulina y sirven como estimulantes y mediadores en muchos procesos que tienen lugar en la célula (McGrath et al., 2016).

1.2. Planteamiento del Problema

En el Ecuador las características, propiedades y utilidades que tiene el calostro bovino son desconocidas o subvaloradas. La producción de leche en la Provincia de Chimborazo se ha incrementado a una tasa del 1% anual y en general el calostro es subutilizado en las ganaderías, sin darle ningún valor añadido. También existe un desconocimiento sobre buenas prácticas de manejo de los animales después del parto, lo que puede incurrir, de manera intencionada o por error, en la presencia de calostro en leche. Además, se han reportado algunas interacciones en la industrialización de la leche cuando hay presencia de calostro, lo que conlleva a problemas tecnológicos de transformación.

Actualmente el mercado ha incrementado la demanda de productos lácteos bajos en grasa (específicamente grasas saturadas), ya que su consumo se asocia a un menor riesgo de enfermedades en humanos, principalmente cardiovasculares y diabetes mellitus tipo II (Duran et al., 2019).

Las diferentes fracciones del calostro bovino podrían ser de utilidad en la industria láctea para mejorar los valores nutricionales de sus productos o dotarlos de funcionalidad. De acuerdo con el estudio realizado por Borad et al. (2019), estos autores realizaron la separación de grasa y agua con osmosis para obtener un mejor rendimiento del calostro descremado. Sin embargo, no se han reportado trabajos sobre la adición de diferentes fracciones del calostro bovino (crema de calostro, proteína de calostro, suero de calostro) como ingrediente en los procesos de producción de lácteos, ni cómo su presencia afecta a la calidad composicional y calidad tecnológica de la leche descremada para su uso en la producción de quesos. De esta manera, es importante caracterizar las diferentes fracciones que se pueden obtener del calostro bovino y determinar cuál es su efecto en la calidad composicional y calidad tecnológica de la leche descremada.

1.3. Justificación

El calostro bovino es la primera secreción de la glándula mamaria de la vaca después del parto. Está compuesto de una cantidad elevada de nutrientes, principalmente Ig, proteínas, grasas, vitaminas y minerales, todos necesarios para la supervivencia y salud del neonato en las primeras etapas de vida. Sin embargo, en Ecuador este producto generalmente es subutilizado en las ganaderías sin darle ningún valor añadido.

Generalmente, la industria láctea no acepta la presencia de calostro en la leche porque podría afectar el procesamiento de la leche, ya que contiene un pH ligeramente ácido y puede hacer que la leche sea inadecuada para ciertas operaciones de procesamiento de

alimentos como UHT o producción de leche en polvo (Tsioulpas et al., 2007; Sánchez-Macías et al., 2014)

La presente investigación busca caracterizar las diferentes fracciones del calostro bovino para su potencial uso en la industria láctea. El trabajo de investigación consistió en obtener las fracciones crema, proteína y suero de calostro bovino mediante métodos de centrifugación, precipitación o coagulación. Las diferentes fracciones del calostro bovino fueron añadidas a la leche descremada en diferentes concentraciones de 1%, 5% y 10% para su análisis, antes y después de la pasteurización.

La calidad de la leche fue analizada mediante métodos composicionales fisicoquímicos y tecnológicos. De esta manera el presente proyecto de investigación ayudará a entender los cambios y la evolución que puede sufrir la leche descremada al adicionar diferentes fracciones de calostro bovino y como afecta en la calidad y estabilidad del producto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Obtener y caracterizar diferentes fracciones de calostro bovino y analizar su efecto sobre la calidad composicional y tecnológica de la leche descremada.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener y caracterizar las fracciones crema, proteína y suero de calostro bovino.
- Analizar el efecto de las fracciones de calostro aisladas, sobre la composición y características fisicoquímicas de la leche descremada antes y después de un tratamiento térmico.
- Evaluar qué tipo de fracción de calostro bovino y en que concentración permite un mejor uso en la industria láctea.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Leche cruda, pasteurizada, semi y descremada

Según la norma técnica ecuatoriana, se define leche como “la secreción mamaria normal de animales bovinos sanos, obtenida de uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo” (INEN, 2012).

En la tabla 1 se observan los requisitos fisicoquímicos exigidos por la Norma Técnica Ecuatoriana para la leche cruda (INEN, 2012). La normativa establece que la leche no debe tener presencia de conservantes, neutralizantes, adulterantes, grasas vegetales, suero de leche, así como dar negativo a prueba de brucelosis y de presencia de residuos de medicamentos veterinarios (aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera, establecidos por el comité del Código de Alimentación (Codex) sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos).

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda en Ecuador (INEN, 2012).

Requisito	Unidad	Min.	Max.
Densidad relativa a 15 °C	g/ml	1,029	1,033
Densidad relativa a 20°C	g/ml	1,028	1,032
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-
Sólidos no grasos*	% (fracción de masa)	8,2	-
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	Horas	3	-
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen		

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa

** °C = °H – f, donde f = 0,9658

*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

Respecto a la leche pasteurizada, la norma (INEN, 2012) la define como “la leche cruda homogenizada o no, que ha sido sometida a un proceso térmico que garantice la

destrucción total de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de los microorganismos banales (saprofitos) sin alterar sensiblemente las características fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la misma”. En esta misma norma también se especifican los requisitos de la leche pasteurizada dependiendo de su contenido de grasa, que la clasifica en tres clases: entera (superior a 3% de grasa), semidescremada (de entre 1 y 3% de grasa) y descremada (inferior al 1% de grasa), tal y como se puede observar en la tabla 2.

En el caso de leche descremada, materia prima protagonista de esta investigación, ésta conserva sus proteínas, azúcar y calcio, pero no las vitaminas liposolubles. La leche descremada proporciona cantidades significativas de una variedad de nutrientes saludables por relativamente pocas calorías (INEN, 2012).

Tabla 2. Requisitos de la leche pasteurizada, entera, semidescremada y descremada según la Norma INEN (2012).

Requisito	Unidad	Leche entera		Leche semidescremada		Leche descremada	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Densidad relativa a 15°C	g/MI	1,029	1,033	1,030	1,033	1,031	1,036
Densidad relativa a 20°C	g/mL	1,028	1,032	1,029	1,032	1,030	1,035
Contenido de grasa	% (fracción de masa)	3,0	-	1,0	< 3,0	-	< 1,0
Acidez titulable, expresada como ácido Láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,18
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,30	-	8,80	-	8,30	-
Sólidos no grasos*	% (fracción de masa)	8,30	-	8,20	-	8,20	-
Ceniza	% (fracción de masa)	0,65	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80
Punto de descongelación	°C	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512
Punto crioscópico**	°H	-0,555	-0,530	-0,555	-0,530	-0,555	-0,530
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	2,9	-	2,9	-
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68% en peso o 75% en volumen						
Cuando la leche haya sido sometida a una reducción de lactosa:							
Lactosa en el producto parcialmente deslactosado	% (fracción de masa)	--	1,4	--	1,4	--	1,4
Lactosa en el producto bajo en lactosa	% (fracción de masa)	--	0,7	--	0,7	--	0,7

*Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa

** $C = H f$, donde: $f = 0,9656$

“Fracción de masa de B, WB: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación “% (m/m)” no deberá usarse”.

La leche pasteurizada, en cualquiera de sus clases según el contenido graso, debe dar negativa a la prueba de la fosfatasa, presencia de conservantes, neutralizantes, adulterantes, grasa vegetal, suero de leche y residuo de medicamentos, al igual que en la leche cruda. Así mismo, debe dar negativa al ensayo de la peroxidasa.

2.2. Calostro bovino

El calostro es la secreción láctea inicial secretada por los mamíferos, y que es obtenida después del parto y los primeros días posteriores. Su composición difiere de la leche cruda debido a su alto contenido proteico por la presencia de inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa, y lisozima. Además, es rico en sólidos, grasas y factores de crecimiento (Reyes et al., 2020). Se ha evidenciado diferentes funciones biológicas tanto de la leche cruda como del calostro bovino (McGrath et al., 2016). En la tabla 3 se puede observar los valores medios de los parámetros fisicoquímicos del calostro y su transición a leche durante 90 días postparto.

Las propiedades físicas del calostro bovino y su composición son muy variables debido a una serie de factores como la raza, la edad, el número de parto y la duración del periodo seco (Dunn et al., 2017). En comparación con la leche madura, el calostro bovino contiene menos lactosa debido a su transición de calostro bovino a leche, más grasa, proteínas, Ig, péptidos, nitrógeno no proteico, vitaminas y minerales, hormonas, factores de crecimiento, citoquinas y nucleótidos (Tao et al., 2009). Para el ternero recién nacido todos estos nutrientes son de vital importancia ya que favorecen a la resistencia y adaptación de su nuevo ambiente.

Las propiedades inmunológicas del calostro se deben a las concentraciones de Ig solubles, principalmente la IgG, que están relacionadas con el número y la etapa de lactancia, la producción láctea, el recuento de células somáticas y el contenido de proteína en la leche (Castañeda et al., 2016).

El calostro bovino contiene 3 isotipos principales de Ig (G, A y M) y varias subclases. La IgG es el isotipo más abundante que se encuentra en el calostro bovino; representa más del 75% de la concentración total de Ig del calostro y, en consecuencia, la calidad del calostro bovino se evalúa con referencia a la concentración de esta clase específica de Ig (Dunn et al., 2017)

Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos del calostro desde el parto hasta los 90 días postparto (Tsioulpas et al., 2007).

Día postparto	pH	ES (%)	RCT (min)	TA (% ácido láctico)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Ceniza (%)	Diámetro de la de caseína (nm)
1	6,17 ^a ±0,11	53 ^a ±4,7	18,1 ^a ±4,3	0,46 ^a ±0,05	3,55 ^a ±1,82	16,12 ^a ±1,64	2,69 ^a ±0,46	1,18 ^a ±0,17	227 ^a ±19,7
2	6,28 ^a ±0,11	52 ^a ±2,8	9,5 ^b ±1,8	0,27 ^b ±0,05	3,49 ^a ±1,67	5,43 ^b ±0,24	3,04 ^b ±1,23	1,00 ^b ±0,11	189 ^b ±12,3
3	6,28 ^a ±0,09	52 ^a ±4,1	9,3 ^b ±0,9	0,25 ^b ±0,03	4,50 ^b ± 1,54	4,54 ^c ± 0,40	3,52 ^c ± 0,44	0,93 ^c ± 0,05	198 ^b ± 9,0
4	6,38 ^b ±0,07	59 ^b ±2,9	9,5 ^b ±0,8	0,23 ^{bc} ±0,02	4,26 ^b ± 2,19	4,41 ^c ± 0,31	3,82 ^c ± 0,19	0,92 ^c ± 0,08	198 ^b ± 22,5
5	6,49 ^b ±0,10	70 ^b ±10,2	12,2 ^c ±3,0	0,20 ^c ±0,02	3,89 ^c ± 1,04	4,23 ^c ± 0,24	4,15 ^d ± 0,24	0,87 ^d ± 0,04	188 ^b ± 19,6
15	6,58 ^c ± 0,05	76 ^c ±3,8	14,0 ^d ±2,8	0,18 ^c ±0,03	3,66 ^a ± 1,22	4,01 ^d ± 0,43	4,32 ^{de} ± 0,14	0,83 ^d ± 0,04	194 ^b ± 12,8
30	6,64 ^d ±0,10	78 ^d ±5,7	15,8 ^d ±4,4	0,14 ^d ±0,02	3,72 ^d ± 0,27	3,08 ^e ± 0,19	4,54 ^e ± 0,21	0,80 ^c ± 0,06	196 ^b ± 20,5
60	6,71 ^d ±0,01	86 ^d ±0,0	18,3 ^e ± 5,2	0,14 ^d ±0,00	3,95 ^c ± 2,14	2,94 ^e ± 0,19	4,61 ^e ± 0,12	0,76 ^c ± 0,00	198 ^b ± 48,1
90	6,70 ^d ±0,11	85 ^d ±7,5	18,9 ^e ± 3,7	0,16 ^d ±0,02	3,51 ^a ± 0,40	2,94 ^e ± 0,19	4,70 ^e ± 0,14	0,79 ^c ± 0,01	196 ^b ± 29,2

ES Estabilidad de etanol

RCT: Tiempo de coagulación

TA: Ácido Láctico

La grasa y las proteínas están fácilmente disponibles en el calostro bovino y son necesarias como combustibles metabólicos, esenciales para la termorregulación y necesarias para la síntesis de proteínas y glucogénesis (McGrath et al., 2016). El calostro bovino también es una fuente valiosa de vitaminas y minerales necesarios para las funciones de mantenimiento general y vitales como cofactores para enzimas (Morrill et al., 2012).

La presencia de calostro bovino en la leche no es aceptada por la industria láctea y generalmente se subutiliza en las ganaderías. Según Gapper et al. (2007) las proteínas desnaturalizadas del calostro bovino causan frecuentemente precipitaciones en los equipos térmicos de pasteurización industrial, generando cambios y problemas en la producción. Así, la composición del calostro bovino difiere en gran medida de la leche tanto en su análisis composicional como en sus características fisicoquímicas (Calero, 2017) y, por tanto, estas pruebas podrían ser utilizadas como indicadores de calidad en la leche para poderla usar en la industria o descartarla inmediatamente cuando exista presencia de calostro bovino (Barile et al., 2010).

2.3. Aplicaciones del calostro

En la última década, gracias a la ultrafiltración de calostro bovino, se ha logrado crear ingredientes alimentarios en polvo con alto contenido en proteínas e inmunoglobulinas. Los concentrados de calostro bovino para consumo humano tienen un mercado anual muy grande, usado como suplemento dietético y como ingrediente en las fórmulas para infantes (Barrubés et al., 2018).

La industria láctea, altamente influenciada por los consumidores, se ha visto presionada para desarrollar productos bajos en grasa, por la tendencia de los mismos en elegir alimentos más sanos. Según Barrubés et al. (2018), existe una asociación protectora entre el consumo de lácteos, especialmente la leche baja en grasa, y el riesgo de desarrollar cáncer colorrectal en humanos. Sin embargo, la elaboración de quesos bajos en grasa a partir de esta leche resulta en un producto poco apetecible para el consumidor debido a sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y bioquímicas alteradas (Sánchez-Macías et al., 2020). Debido a ello, el calostro o alguna de sus fracciones se convierten en potenciales ingredientes que pueden ser usados para mejorar los quesos bajos en grasa y sus propiedades funcionales. Para ello, es necesario caracterizar las materias primas a ser utilizadas en este tipo de industria quesera, es decir, la leche descremada con adiciones de calostro o alguna de sus fracciones.

2.4. Constituyentes químicos del calostro

2.4.1. Carbohidratos

La concentración de lactosa es baja en el calostro y cambia de manera inversa a otros componentes como grasa, proteína y cenizas, a medida que avanza la lactación (Houser et al., 2008; Sánchez-Macías et al., 2014). En general, la concentración de lactosa alcanza una concentración normal dentro de los 7 días posteriores al parto. Según Tsioulpas et al. (2007) el contenido de lactosa de la leche no alcanzó niveles normales hasta 60 días después del parto; sin embargo, en este estudio en particular, no se recolectaron muestras entre 30 y 60 días después del parto.

Además de la lactosa, la leche contiene trazas de otros azúcares, incluyendo glucosa, fructosa, glucosamina, galactosamina, ácido N- acetilneuramínico y oligosacáridos definidos como carbohidratos que contienen de 3 a 10 monosacáridos unidos covalentemente a través de enlaces glucosídicos (Gopal & Gill, 2000). Según Abd et al. (2012) identificaron 40 oligosacáridos en el calostro bovino. El número total de oligosacáridos en el calostro varía entre las vacas debido a la variabilidad genética; los oligosacáridos 3 'sialilactosa (3'SL), 6' sialilactosa (6'SL), 6 'sialilactosamina (6'SLN) y disialilactosa (DSL) son los oligosacáridos predominantes en el calostro y 3'SL representa el 70% del total de oligosacáridos (Korhonen et al., 2000).

2.4.2. Proteína

Según Hernández et al. (2014) existen dos grandes grupos de proteínas: las de alta y baja abundancia. Las que pertenecen a las de alta abundancia son las proteínas que conforman tres clases: proteína del suero y las proteínas de la membrana de glóbulo de grasa. Las caseínas están conformadas por cuatro tipos α_{S1} , α_{S2} , β y κ , dándole un gran valor nutricional al calostro; estas proteínas se sintetizan en las glándulas mamarias ayudando al transporte de aminoácidos (Korhonen et al., 2000).

En el calostro se encuentran principalmente las Ig y estas constituyen el 70-80% de la proteína total en el calostro, de las cuales existen tres clases principales: IgG, IgM e IgA (Smolenski et al., 2007).

Según Korhonen et al. (2000) las concentraciones de las proteínas séricas β -lactoglobulina (β -lg) y α -lactalbúmina (α -la) son más altas en el calostro que en la leche. La concentración inicial de β -lg en el calostro varía de 7.9 a 30 mg mL⁻¹, el promedio es de 14 mg mL⁻¹ en el primer ordeño y luego desciende bruscamente a 8 mg mL⁻¹ en los

ordeños segundo a cuarto; la disminución es más gradual hasta el 16° ordeño, cuando el promedio es de 5 mg mL⁻¹.

2.4.3. Citoquinas

Según Zhang & An, (2009) las citocinas son pequeñas proteínas secretadas por las células que tienen un efecto específico sobre las interacciones y las comunicaciones entre las células. Estas moléculas son las principales responsables de la modulación del sistema inmune e incluyen las interleucinas (IL), los factores de necrosis tumoral (TNF) y los interferones (INF). Sacerdote et al. (2013) observaron la presencia de una amplia gama de citoquinas en el calostro, pero no se midieron las concentraciones en la leche. Hagiwara et al. (2000) reportaron que las concentraciones de IL-1 β , IL-6, TNF- α , INF- γ e IL-1ra son significativamente más altas en el calostro que en la leche.

2.4.4. Vitaminas liposolubles y solubles en agua

Respecto a las vitaminas liposolubles, según Debier et al. (2005), existen mayores concentraciones de vitamina A en el calostro en comparación a la leche. Las concentraciones de vitamina A y carotenoides disminuyen drásticamente durante los primeros días de lactancia y se estabilizan después de aproximadamente el día 5 (Abd et al., 2012).

En relación con las vitaminas solubles en agua, las vitaminas del grupo B son tiamina, riboflavina, niacina, biotina, ácido pantoténico, ácido fólico, piridoxina (y sustancias relacionadas, como la vitamina B6) y cobalamina (y su derivado, vitamina B12). La concentración de tiamina, riboflavina, ácido fólico, vitamina B6 y B12 es más alta en el calostro que en la leche, mientras que los niveles de ácido pantoténico y biotina son más bajos en el calostro y el del niacina es aproximadamente el mismo que en la leche (Korhonen et al., 2000).

2.5. Propiedades físicas del calostro bovino

2.5.1. pH y capacidad de amortiguación

El pH del calostro es más bajo que el de la leche, y varía al momento del parto entre 6.0 a 6.61, con un valor promedio de 6.32. Este valor aumenta con el tiempo y alcanza un pH de 6.5 después de 2 semanas (McCarthy & Singh, 2009). Según Tsioulpas et al. (2007) y

Sánchez-Macías et al. (2014) el pH del calostro es bajo inicialmente y aumenta con el tiempo después del parto.

La capacidad de amortiguación de la leche se define como la resistencia a los cambios en el pH al agregar ácido o base. Así la acidez titulable del calostro es aproximadamente 2 a 2,5 veces mayor que la de la leche (Jeong et al., 2009).

2.5.2. Color

El calostro tiene un color amarillo, debido en gran parte a la presencia de carotenoides. Se ha observado que los niveles de carotenoides son altos en el calostro inicial, en particular la fracción de grasa, pero disminuyen rápidamente a medida que las secreciones mamarias cambian a leche normal. La concentración de los carotenoides luteína, todo- trans β -caroteno y cis-13 β -caroteno en el calostro son más altos inicialmente y disminuyen bruscamente durante la primera semana de lactancia (Calderón et al., 2007). El color rojizo que a veces se encuentra en el calostro se debe a la presencia de glóbulos rojos. Durante el período previo al parto, aumenta la permeabilidad de las membranas de las glándulas mamarias, y más componentes sanguíneos obtienen acceso a la leche. Un color rojizo en el calostro también puede ser indicativo de infección de la glándula mamaria, conocida como mastitis (Martí De Olives et al., 2013).

2.5.3. Densidad

Madsen et al. (2004) reportaron que la densidad del calostro disminuye rápidamente de 1048 a 1034 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ durante los primeros 2 días después del parto, seguida de una disminución más gradual a 1030 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ en 6 días después del parto. Guliński & Gago (2019) observaron variaciones en la densidad del calostro según la paridad y la temporada de parto. Así mismo, la densidad del calostro es proporcional a la concentración de Ig, especialmente en vacas de raza frisona, fundamento por el cual funcionan los inmonocalostrómetros, que informan sobre la cantidad de Ig en el calostro en relación con la densidad de este (Cerqueira et al., 2017)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Estudio

El trabajo de investigación cumple con todas las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa ya que utiliza mediciones sistemáticas, las cuales sirvieron para el análisis estadístico, siguiendo procedimientos propios del método científico.

Además, se aplicó la metodología estadística descriptiva e inferencial ya que su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Finalmente tiene una metodología comparativa ya que con los datos obtenidos se explica la influencia, la importancia, las causas o los factores que intervinieron con la adición de las diferentes fracciones de calostro en la leche descremada, llegando a las conclusiones del proyecto.

3.2. Población y muestra

El trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones del laboratorio del Grupo de Investigación Producción Animal en Industrialización (PROANIN) de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Se obtuvo leche entera (LE) de lotes de la empresa de lácteos San Salvador ubicada en la ciudad de Riobamba de la provincia de Chimborazo.

El calostro entero (CE) fue recolectado de vacas (primíparas y multíparas) de raza Frisonas y Jersey, hasta 6h después del parto, sin sobrepasar el primer ordeño en ningún caso, en haciendas del cantón Chambo y parroquia Quimiag de la provincia de Chimborazo. Inmediatamente después de su recolección el calostro fue congelado a -20°C y almacenado en recipientes previamente desinfectados.

Varios lotes de calostro fueron descongelados y homogenizados previo a su uso experimental para reducir el efecto de la variabilidad individual de las vacas de las cuales se extrajo el calostro.

3.3. Procedimiento para separar las fracciones del calostro bovino

3.3.1. Crema de calostro bovino

Para la extracción de la crema de calostro (CC) bovino se utilizó una descremadora de leche eléctrica (Fischer Tina Q 100 SOL, Perú). Se tomó una muestra de 1L de calostro bovino entero y mediante la descremadora se obtuvo crema de calostro y calostro

descremado. La fracción de calostro descremado se volvió a pasar por la descremadora para asegurar un descremado completo.

3.3.2. Obtención de proteína y suero de calostro bovino

El protocolo está basado en el trabajo de Skalka et al. (2017), con algunas modificaciones. Primero se removió toda la grasa que podía tener la fracción de calostro descremado, para lo cual se agregó 40mL de calostro descremado en tubos de 50mL (Falcon) y se centrifugó en grupos de 6 tubos utilizando una centrifuga de laboratorio (Hettich UNIVERSAL 320 R, Alemania) programada a 30 min, 9000 g y 4°C. Después de la centrifugación, con cuidado y mediante una espátula se separó la grasa restante de calostro y se la almaceno en un recipiente.

Una vez eliminada la grasa del calostro descremado, se diluyó 1:2 con agua destilada en un vaso de precipitación. Luego, utilizando un agitador magnético (Milwaukee, modelo MI 150, Estados Unidos) con control de temperatura (35°C) y un potenciómetro digital (HI, 422x-02, España), se añadió 0,5mol l⁻¹ de HCl hasta obtener un pH de 4,5; momento en el cual se precipitaron las caseínas del calostro. Después, se distribuyó 40mL de la muestra en tubos de 50mL (Falcon) y se centrifugó a 4200 x g y 25°C durante 30 min. Finalmente, la fracción líquida del tubo se almacenó como suero de calostro y la fracción sólida pegada en la pared del tubo se almacenó como proteína de calostro.

3.3.3. Leche descremada

La leche descremada (LD) se obtuvo de lotes de leche entera de la empresa de lácteos San Salvador. Se realizó un análisis composicional *in situ* (milkotester, EQL-00239, Bulgaria) previo a la recolección de cada lote de leche entera. Las muestras aptas fueron llevadas al laboratorio en botellas previamente esterilizadas y a una temperatura de 4°C. En el laboratorio la leche entera fue descremada usando una descremadora (Fischer Tina Q 100 SOL, Perú).

3.4. Diseño experimental, tratamientos

En la tabla 4 se describe las variables independientes y el número de tratamientos que se incluyen en el estudio. La leche entera (LE) fue utilizada como control al igual que la leche descremada (LD) antes y después de la pasteurización sin añadirles ninguna fracción de calostro. Para los tratamientos experimentales se mezclaron 200ml de LD y se añadieron tanto el calostro entero, como las diferentes fracciones de calostro en

concentraciones finales de 1%, 5% y 10%. Después, se crearon tres lotes y se evaluaron por triplicado en cada mezcla.

Tabla 4. Variables independientes y número de tratamientos incluidos en el estudio.

Factor muestra*	Factor concentración	Factor temperatura	Número de tratamientos
- LE (control)	- 1%	-Antes de la	39
- LD (control)	- 5%	pasteurización a 63°C	
- LD+CE	- 10%	por 30min.	
- LD+CC		-Después de la	
- LD+PC		pasteurización a 63°C	
- LD+SC		por 30min.	

*LE: leche entera; LD: leche descremada; LD+CE: leche descremada con calostro entero; LD+CC: leche descremada con crema de calostro; LD+PC: leche descremada con proteína de calostro; LD+SC: leche descremada con suero de calostro.

Así mismo además de los tratamientos en crudo la leche descremada y los diferentes tratamientos fueron sometidos a un tratamiento térmico de 63°C por 30 minutos utilizando un baño maría, un termómetro y un cronómetro.

3.5. Variables dependientes o de respuesta

3.5.1. Análisis composicional

Se realizó el análisis composicional (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales) de la leche descremada, del calostro bovino, de las fracciones del calostro bovino (crema, proteína, suero) y de los diferentes tratamientos experimentales, utilizando un analizador de leche ultrasónico portátil (Milkotester EQL-00239, Bulgaria).

3.5.2. Análisis de la calidad tecnológica

a. Densidad

La densidad se determinó usando un lactodensímetro para leche calibrado a 15°C, el cual se sumergió en una probeta con 200mL por cada muestra de los diferentes tratamientos, se lo dejó reposar y se realizó la respectiva lectura. Si la temperatura de la muestra está a 15°C, la densidad es exacta y no requirió ajustes adicionales. De lo contrario, se aplicó la siguiente corrección:

$$\text{Ec 1: Densidad } D_r = DL \pm (TL - 15) \times 0,0002$$

Donde

D_r = Densidad relativa, DL = Densidad leída, TL = temperatura leída

b. pH

Para la determinación de pH se utilizó un potenciómetro digital (HI, 422x-02) empleando un electrodo de vidrio en combinación con un electrodo de referencia. El potencial se midió directamente en términos de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH 4, pH 7 y pH 10.

c. Acidez titulable

La acidez titulable (TA) se determinó de acuerdo con el protocolo de Tsioulpas et al. (2007). Se colocó 10 mL de muestra en un vaso de precipitación y añadimos 3 gotas de fenolftaleína. Se tituló la muestra en el vaso de precipitado añadiendo NaOH 0,1N con una bureta digital. Se calculó la acidez titulable de acuerdo con la cantidad de solución de NaOH al 0.1 N gastado, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ec 2. Acidez titulable: } \% \text{ de acidez} = \frac{\text{ml de NaOH} \times 0.1 \times 0.09}{\text{Volumen de la muestra}} \times 100$$

Los datos se expresaron en grados Dornic.

d. Prueba de alcohol (estabilidad de proteína)

Para determinar la estabilidad de la proteína de la leche se realizó la prueba de alcohol a una concentración de 75% de alcohol en proporción de 1:1; es decir, se mezcló 2mL de alcohol 75% y 2mL de la muestra en un tubo de ensayo de 10mL. Si se observa la formación de grumos pequeños o grandes se reporta como positivo, caso contrario se reporta como negativo.

e. Color instrumental, sistema CIELab*

La determinación de los valores de color de las muestras de los diferentes tratamientos se realizó utilizando un colorímetro portátil (CR-400, Konika Minolta, Shenzhen), por medio del sistema CIELab*, donde L* indica la luminosidad, a* el índice rojo-verde, b* el índice amarillo-azul.

f. Capacidad tampón

La capacidad tampón de la leche se define como la resistencia a los cambios en el pH al agregar ácido o base; los principales componentes amortiguadores de la leche son el fosfato soluble, el fosfato cálcico coloidal, el citrato, el carbonato y las proteínas (Scándolo & Maciel, 2017). La capacidad tampón se calculó como el volumen de HCl

0,5 M gastado, añadiendo 100µl cada 30 segundos, en 100ml de muestra hasta un pH constante de 4,5 (Huppertz et al., 2004).

g. Rendimiento quesero

Para estimar el rendimiento quesero se usaron 5mL de muestra en un tubo Corning de 15mL, luego se añadió 1uL de cuajo por cada mL de muestra. Se dejó en reposo 30 min a una temperatura de 30°C. Se realizó un primer corte en cruz, dejando reposar 10 min, luego se procedió a realizar cortes sucesivos de la cuajada para ayudar a la eliminación del suero. La muestra en tubos Corning se llevó a una centrifuga (Hettich UNIVERSAL 320 R) y se centrifugo durante 15 min, a $1800 \times g$ y 20°C. Luego se separó la parte sólida del suero y se pesó en una balanza analítica (OHAUS MXN 179,80). El rendimiento quesero corresponde a la expresión matemática de la cantidad de muestra obtenida a partir de una determinada cantidad de leche y normalmente es expresada como kg de queso por 100 kg de leche. Para la determinación se aplica la siguiente fórmula:

Ec3. Rendimiento quesero (%) = (queso obtenido (kg) / leche utilizada (lt)) x 100

3.6. Análisis estadístico

Se analizaron los datos obtenidos utilizando el programa estadístico SAS (versión 9). Las variables dependientes fueron: grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, pH, densidad, capacidad tampón, acidez titulable, prueba de alcohol, rendimiento quesero y los parámetros de color. En el primer estudio se realizó un análisis estadístico inferencial entre los factores calostro bovino entero (CE) y sus respectivas fracciones crema, proteína y suero de calostro utilizando la prueba ANOVA de un factor. Para analizar las diferencias de las medias obtenidas entre los diferentes factores, se aplicó el test de Tukey, con un P-valor <0,05. En el segundo estudio se utilizó el procedimiento de ANOVA de Medidas Repetidas, donde se analizó el efecto de tratamiento en un primer momento, y efecto de adición de calostro en el segundo. Para analizar las diferencias entre las medias obtenidas en los diferentes tratamientos, se aplicó el test de Tukey, con un P-valor <0,05. Así mismo, se calculó los errores estándar de las medias con el fin de conocer la variación de las comparaciones.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Características fisicoquímicas de las materias primas usadas en el experimento.

En la Tabla 5 se puede observar los valores medios de los parámetros de composición química gruesa, así como de la densidad, pH, acidez, capacidad tampón y color de la leche entera, descremada y de las diferentes fracciones del calostro bovino aisladas, materias primas que fueron utilizadas en los tratamientos.

Tabla 5. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos de la leche entera (LE), leche descremada (LD), calostro bovino entero (CE) y sus fracciones (crema de calostro, CC; proteína de calostro, PC; suero de calostro, SC).

Item	Materia prima						EEM ¹
	LE	LD	CE	CC	PC	SC	
Grasa, %	3,84 ^c	0,45 ^{de}	5,03 ^b	10,07 ^a	1,17 ^d	0,02 ^e	0,49
Proteína, %	3,41 ^d	3,30 ^d	13,53 ^b	8,89 ^c	22,09 ^a	3,46 ^d	0,97
Sólidos totales, %	10,71 ^b	9,16 ^b	20,81 ^a	21,32 ^a	23,68 ^a	7,54 ^b	0,95
Lactosa, %	4,74 ^a	4,96 ^a	2,93 ^c	2,46 ^c	0,91 ^d	3,84 ^b	0,20
Densidad, g/mL	1,029 ^{cb}	1,033 ^{cb}	1,058 ^b	1,045 ^{cb}	1,350 ^a	1,015 ^c	0,02
pH	6,62 ^a	6,77 ^a	6,00 ^b	5,80 ^b	5,99 ^b	5,11 ^c	0,09
Acidez Dornic, °D	17,62 ^f	18,99 ^e	40,19 ^b	46,37 ^a	38,66 ^c	36,77 ^d	1,50
Capacidad tampón, mL HCl	14,07 ^c	13,33 ^d	19,43 ^a	15,47 ^b	--	6,17 ^e	0,89
L*	84,39 ^b	82,01 ^c	80,28 ^c	81,70 ^c	86,82 ^a	45,10 ^d	1,97
a*	1,08 ^a	-5,71 ^c	-3,50 ^{cb}	-2,99 ^b	-2,42 ^b	-5,50 ^c	0,37
b*	9,73 ^b	3,55 ^c	35,43 ^a	37,27 ^a	9,47 ^b	8,42 ^b	1,89

¹EEM: Error Estándar de la Media.

^{a-f} Valores medios en una fila con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

Los valores medios de los parámetros de composición, como grasa, proteínas y sólidos totales, así como de acidez y densidad, para la leche cruda y descremada están dentro de los rangos exigidos por la normativa ecuatoriana (INEN, 2012).

Como era de esperar, el porcentaje de grasa de la fracción CC fue superior en comparación con los demás tratamientos, seguido del CE y la LE. Por otro lado, la fracción SC fue la que menos cantidad de grasa presentó como era lo esperado.

Respecto al porcentaje de proteína, así mismo tal y como se esperaba, la fracción PC (caseínas del calostro) fue la que mayor valor presentó (22,09 %), seguida del calostro entero (13,53%, donde las principales proteínas son las séricas) y la crema de calostro (8,89 %). En cuanto al porcentaje de lactosa, se determinó que la LE y la LD fueron las que mayor contenido de lactosa presentaron (4,74 y 4,96%, respectivamente),

significativamente superior a la cantidad de lactosa presente en el calostro entero. La fracción PC, al haber sido precipitada, lavada y luego reconstituida, presenta una cantidad significativamente menor de lactosa que las del resto de materias primas, mientras que la fracción suero de calostro presenta mayor cantidad de lactosa, básicamente porque este componente migra a la fase sérica en el proceso de coagulación.

La densidad fue más elevada en la fracción PC en comparación con el resto de las materias primas, seguido de CE y CC. La densidad es directamente proporcional a la cantidad de proteína y la cantidad de sólidos totales, pero también es inversamente proporcional a la cantidad de grasa, pues la grasa tiene una densidad menor incluso que el agua.

En cuanto a la acidez, pH y capacidad tampón, tanto en el CE como en sus fracciones se observaron valores de acidez en el rango de 36,77 a 40,16 °D, muy superiores a los valores de LE y LD, que se presentaron estadísticamente iguales entre ellos. Los valores de pH se comportaron de forma inversamente proporcional a los de acidez, siendo más bajo en CE y sus fracciones (valores entre 5,11 a 6). Se esperaría que estos dos parámetros podrían verse considerablemente afectados al añadir estas materias primas a la leche descremada. Por otro lado, el CE presentó mayor capacidad tampón con la utilización de más de 19 mL para bajar el pH hasta 4,5, a pesar de que de por sí el pH de CE fue de 6, seguido de la CC, ambas capacidades tampón superiores a la LE y LD. El SC fue la fracción que menor capacidad tampón tuvo en comparación con el resto de las muestras. En la fracción PC el porcentaje de capacidad tampón no pudo ser medida.

Respecto a los parámetros de color, se observó que la luminosidad fue similar entre LD, CE y CC, aunque ligeramente inferior a la LE. La mayor luminosidad se obtuvo en la fracción PC y la menor luminosidad se obtuvo en la fracción SC.

La LE presentó un valor de índice de rojo-verde positivo, pero muy cercano al cero, propio de la leche. Sin embargo, tanto la LD como el CE y las fracciones de calostro presentaron valores negativos y menores al de la LE, siendo la LD y el SC los que presentaron los valores más bajos (y, por tanto, ligeramente verdosos).

Por otro lado, y en relación con el índice de amarillo-azul (b^*), todos los valores fueron positivos (tendencia al amarillo). Las materias primas LE, PC y SC presentaron valores similares, entre 8,42 y 9,73, mientras que la fracción CE y CC presentaron los valores más altos (superiores a 35) e iguales entre ellos, principalmente debido a la mayor cantidad de grasa, la cual contiene β -carotenos. Finalmente, la LD presentó el valor más bajo, significativamente más bajo que las demás muestras.

4.1.2. Composición química gruesa de los tratamientos.

En la Tabla 6 se pueden encontrar los valores medios de los parámetros de composición gruesa de la leche descremada con 0, 1, 5, y 10% de adición de calostro o alguna de sus fracciones antes y después de la pasteurización.

A medida que aumenta la adición de calostro o cualquiera de sus fracciones a la leche descremada cruda, por la propia naturaleza de las materias primas, va aumentando la cantidad de grasa (excepto cuando se adiciona SC), proteína y sólidos totales, mientras que va disminuyendo el contenido de lactosa. Estas evoluciones de cambio se dan principalmente en grasa cuando se adiciona al menos un 10% de CE, CC o PC. En el caso de la proteína, la diferencia con la LD se observa cuando se adiciona un 1% de CC o SC o se adiciona un 5% de CE o PC.

Es de recalcar el contenido de grasa en la leche descremada se llega a duplicar al adicionar un 10% de CE o PC, o incluso cuadruplicar al adicionar un 10% de CC. Por otro lado, al adicionar un 10% de CE, CC, PC o SC, se aumenta el contenido de proteína en la leche descremada hasta en más de 11, 6, 24 y 11 %, respectivamente.

Cuando comparamos entre los tratamientos, se observó que cuando se adiciona un 1% de CE, CC, PC o SC a la leche descremada, no hay diferencia en cuanto al porcentaje de grasa entre los tratamientos. Sin embargo, cuando se adiciona 5 o 10%, la mezcla con CC presenta mayor concentración de grasa que el resto de los tratamientos, los cuales presentan similares valores entre ellos. En cuanto a la proteína, al adicionar un 1% de CE, esta mezcla es la que presenta menor porcentaje de proteína (3,35 %). Al adicionar un 5% o 10% de las fracciones a la leche descremada, la mezcla con presencia de PC es la que presenta mayores porcentajes de proteína en comparación con el resto, llegando a alcanzar hasta un 4,10 % de este componente, mientras que los demás tratamientos presentan valores entre 3,52 y 3,68 %.

La LD es la que presentó mayor porcentaje de lactosa 4,96%, a diferencia de los otros tratamientos que van bajando el porcentaje a medida que aumenta la concentración de las fracciones de calostro.

En cuanto a los tratamientos que sufrieron una pasteurización, tras la adición del CE o alguna de sus fracciones, hay que recalcar que este proceso térmico produjo la coagulación de la combinación LD+SC al 5 y 10%, motivo por el cual no se observan datos de composición química gruesa en la Tabla 6 para esos dos tratamientos. El comportamiento de los resultados fue muy similar al de la leche descremada cruda con la adición de CE o alguna de sus fracciones, con la excepción de que la grasa no se vio

afectada al adicionar PC. Y, por otro lado, en cuanto al porcentaje de proteína, la diferencia con la LD se observa cuando se adiciona un 1% de CE, CC o SC, o bien se adiciona un 5% de PC.

4.1.3. Características fisicoquímicas de los tratamientos

En la Tabla 7 se pueden encontrar los valores medios de los parámetros de las características fisicoquímicas de la leche descremada con 0, 1, 5, y 10% de adición de calostro o alguna de sus fracciones, antes y después de la pasteurización.

Respecto a los parámetros de densidad la mezcla de LD+PC al 10% es la que presentó mayor valor antes y después de la pasteurización con un valor de 1,039g/ml; sin embargo, la mezcla de LD+CC no sufre variación alguna después de ser sometida a los tratamientos; a diferencia de la mezcla de LD+SC que a medida que va aumentando las fracciones va disminuyendo su densidad llegando a un valor de 1,028g/ml al 10%.

En cuanto al parámetro de pH se observó que se observó que a medida que va aumentando las fracciones de calostro a la leche descremada antes y después de ser sometidas al tratamiento térmico estas tienden a disminuir su valor; la mezcla de LD+SC al 10% llegó a un pH de 5,56.

En el parámetro de acidez Dornic °D a medida que va aumentando la concentración de las fracciones de calostro, las mezclas tienden a subir su valor antes de la pasteurización; la mezcla que presentó mayor acidez fue la LD+PC al 10% llegando a un valor de 32,99°D; sin embargo, al ser sometidas las mezclas a un tratamiento térmico estas aumentan más el valor de su acidez como se observó en la mezcla de LD+PC al 10% que sube a 37,17°D.

La mezcla de LD+PC al 10% presentó mayor capacidad tampón a diferencia de las otras mezclas antes de la pasteurización, como era de esperarse los valores tienden a subir cada vez que va aumentando la concentración de las fracciones de calostro, antes de la pasteurización; sin embargo, después del tratamiento térmico las mezclas tienden a disminuir su valor presentando con una mayor capacidad tampón la mezcla de LD+CE al 10% con un valor de 12,17.

Tabla 6. Composición gruesa de la leche entera y leche descremada con 0, 1, 5 y 10% de adición de distintas fracciones de calostro.

Item	Tratamiento ¹	Adición de calostro o sus fracciones (%)									
		Leche cruda					Leche pasteurizada				
		0	1	5	10	EEM	0	1	5	10	EEM
Grasa, %	LD+CE	0,45 ^b	0,55 ^b	0,73 ^{ab,y}	0,91 ^{a,y}	0,06	0,42 ^b	0,48 ^{ab,z}	0,65 ^{ab,y}	0,83 ^{a,y}	0,07
	LD+CC	0,45 ^b	0,65 ^{bc}	1,30 ^{c,z}	2,11 ^{a,z}	0,17	0,42 ^b	0,72 ^{bc,z}	1,29 ^{ac,,z}	1,85 ^{a,z}	0,15
	LD+PC	0,45 ^b	0,62 ^{ab}	0,67 ^{ab,y}	0,90 ^{ay}	0,08	0,42 ^b	0,59 ^{ab,z}	0,65 ^{ab,y}	0,70 ^{a,y}	0,06
	LD+SC	0,45	0,44	0,40 ^y	0,37 ^y	0,07	0,42	0,29 ^y	NA	NA	0,07
	EEM	0,11	0,05	0,09	0,17		0,11	0,05	0,10	0,18	
Proteína, %	LD+CE	3,30 ^c	3,35 ^{c,y}	3,60 ^{b,y}	3,68 ^{a,y}	0,03	3,24 ^c	3,36 ^{b,z}	3,45 ^{b,y}	3,67 ^{a,y}	0,03
	LD+CC	3,30 ^c	3,43 ^{b,z}	3,47 ^{b,y}	3,52 ^{a,y}	0,03	3,24 ^c	3,47 ^{b,z}	3,48 ^{b,y}	3,61 ^{a,y}	0,03
	LD+PC	3,30 ^c	3,40 ^{c,zy}	3,65 ^{b,z}	4,10 ^{a,z}	0,05	3,24 ^c	3,14 ^{c,y}	3,60 ^{b,z}	3,93 ^{a,z}	0,06
	LD+SC	3,30 ^c	3,47 ^{b,z}	3,48 ^{b,y}	3,67 ^{a,y}	0,03	3,24 ^b	3,45 ^{a,z}	NA	NA	
	EEM	0,03	0,01	0,01	0,05		0,03	0,03	0,02	0,03	0,04
Sólidos totales, %	LD+CE	9,16 ^c	9,29 ^{c,y}	9,64 ^{b,y}	9,80 ^{a,y}	0,06	8,67 ^c	8,83 ^{b,z}	9,02 ^{b,y}	9,33 ^{a,y}	0,09
	LD+CC	9,16 ^d	9,47 ^{c,z}	10,06 ^{b,z}	10,79 ^{a,z}	0,07	8,67 ^d	9,18 ^{c,z}	9,66 ^{b,y}	10,24 ^{a,y}	0,08
	LD+PC	9,16 ^c	9,39 ^{bc,z}	9,53 ^{b,y}	10,01 ^{a,y}	0,14	8,67 ^b	8,70 ^{b,y}	9,07 ^{a,z}	9,25 ^{a,z}	0,23
	LD+SC	9,16 ^b	9,31 ^{a,y}	9,23 ^{a,x}	9,34 ^{a,x}	0,05	8,67	8,74 ^z	NA	NA	0,11
	EEM	0,04	0,04	0,05	0,14		0,13	0,17	0,06	0,10	
Lactosa, %	LD+CE	4,96 ^a	4,94 ^{ab}	4,86 ^{b,z}	4,76 ^{c,zy}	0,04	4,78 ^a	4,76 ^a	4,69 ^{ab,z}	4,60 ^{b,z}	0,05
	LD+CC	4,96 ^a	4,94 ^a	4,84 ^{b,zy}	4,71 ^{c,y}	0,04	4,78 ^a	4,76 ^a	4,66 ^{b,z}	4,55 ^{c,z}	0,04
	LD+PC	4,96 ^a	4,92 ^a	4,76 ^{b,y}	4,56 ^{c,x}	0,07	4,78 ^a	4,74 ^a	4,59 ^{ab,y}	4,39 ^{b,y}	0,13
	LD+SC	4,96 ^a	4,95 ^a	4,90 ^{ab,z}	4,85 ^{b,z}	0,03	4,78	4,77	NA	NA	0,04
	EEM	0,03	0,02	0,04	0,08		0,03	0,10	0,04	0,08	

¹LD: leche descremada; CE: calostro entero; CC: crema de calostro; PC: proteína de calostro; SC: suero de calostro.

² EEM: Error Estándar de la Media.

^{a-d} Valores medios en una fila con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

^{z-x} Valores medios en una columna con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

Tabla 7. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos de la leche descremada (LD) con la adición de 0, 1, 5 y 10% de calostro entero y sus fracciones, cruda o pasteurizada.

Item	Tratamiento	Adición de calostro o sus fracciones (%)									
		Leche cruda					Leche pasteurizada				
		0	1	5	10	EEM	0	1	5	10	EEM
Densidad, g/mL	LD+CE	1,033 ^c	1,033 ^{c,zy}	1,035 ^{b,zy}	1,036 ^{a,y}	0,00	1,031 ^c	1,032 ^{bc,y}	1,033 ^{b,y}	1,036 ^{a,y}	0,0
	LD+CC	1,033 ^b	1,034 ^{a,z}	1,034 ^{a,y}	1,034 ^{a,y}	0,00	1,031	1,032 ^y	1,032 ^y	1,032 ^x	0,0
	LD+PC	1,033 ^c	1,034 ^{bc,z}	1,036 ^{b,z}	1,039 ^{a,z}	0,00	1,031 ^b	1,034 ^{b,z}	1,037 ^{a,z}	1,039 ^{a,z}	0,0
	LD+SC	1,033 ^a	1,033 ^{a,y}	1,031 ^{b,x}	1,028 ^{c,x}	0,00	1,031	1,031 ^y	NA	NA	0,0
	EEM										
pH	LD+CE	6,77 ^a	6,42 ^{b,z}	6,41 ^{b,z}	6,27 ^{b,z}	0,04	6,51 ^a	6,19 ^b	6,07 ^b	6,00 ^b	0,05
	LD+CC	6,77 ^a	6,22 ^{b,zy}	6,18 ^{b,zy}	6,02 ^{b,zy}	0,07	6,51 ^a	6,11 ^b	6,09 ^b	6,06 ^b	0,06
	LD+PC	6,77 ^a	6,43 ^{b,z}	6,17 ^{c,zy}	5,90 ^{d,y}	0,06	6,51 ^a	6,37 ^a	6,10 ^b	5,91 ^c	0,05
	LD+SC	6,77 ^a	6,04 ^{b,y}	5,93 ^{b,y}	5,56 ^{c,x}	0,09	6,51 ^a	6,03 ^b	NA	NA	0,10
	EEM	0,02	0,04	0,05	0,07		0,06	0,06	0,05	0,04	
Acidez Dornic, °D	LD+CE	18,99 ^b	20,61 ^b	22,60 ^a	24,11 ^{a,y}	0,46	19,71 ^b	24,39 ^a	25,34 ^{a,y}	27,16 ^{a,y}	0,80
	LD+CC	18,99 ^b	25,94 ^a	26,59 ^a	27,57 ^{a,zy}	1,12	19,71 ^b	24,41 ^{ab}	26,07 ^{a,zy}	27,36 ^{a,y}	0,97
	LD+PC	18,99 ^c	21,19 ^c	25,51 ^b	32,99 ^{a,z}	0,97	19,71 ^c	22,96 ^c	30,67 ^{b,z}	37,17 ^{a,z}	1,32
	LD+SC	18,99 ^b	25,59 ^a	26,26 ^a	30,11 ^{a,z}	1,28	19,71 ^b	25,33 ^a	NA	NA	1,43
	EEM	0,30	0,98	0,89	1,06		0,18	0,93	1,06	1,37	
Capacidad tampón, mL de HCl	LD+CE	13,33 ^b	12,93 ^{b,zy}	12,89 ^{b,y}	14,90 ^{a,z}	0,18	12,60 ^a	10,66 ^{c,z}	11,54 ^{b,z}	12,71 ^{a,z}	0,17
	LD+CC	13,33 ^{bc}	12,84 ^{c,y}	13,41 ^{b,y}	14,64 ^{a,z}	0,14	12,60 ^a	9,23 ^{d,x}	9,97 ^{c,x}	10,98 ^{b,x}	0,24
	LD+PC	13,33 ^c	13,49 ^{c,z}	14,36 ^{b,z}	15,32 ^{a,z}	0,15	12,60 ^a	10,02 ^{d,y}	10,83 ^{c,y}	11,49 ^{b,y}	0,17
	LD+SC	13,33 ^a	13,12 ^{a,zy}	10,41 ^{b,x}	7,12 ^{c,y}	0,51	12,60 ^a	9,99 ^{b,y}	NA	NA	0,35
	EEM	0,24	0,10	0,28	0,62		0,25	0,13	0,16	0,16	
Rendimiento quesero, %	LD+CE	9,95 ^d	11,26 ^{c,z}	12,42 ^{b,y}	14,89 ^{a,x}	0,34	9,10 ^c	0,33 ^{bc,z}	10,64 ^{b,x}	12,62 ^{a,x}	0,27
	LD+CC	9,95 ^c	11,03 ^{c,z}	13,17 ^{b,z}	16,42 ^{a,y}	0,46	9,10 ^c	9,71 ^{c,z}	11,82 ^{b,y}	13,86 ^{a,y}	0,34
	LD+PC	9,95 ^c	11,08 ^{c,z}	13,49 ^{b,z}	17,66 ^{a,z}	0,54	9,10 ^c	9,83 ^{c,z}	12,32 ^{b,z}	16,32 ^{a,z}	0,51
	LD+SC	9,95 ^a	9,65 ^{a,y}	7,98 ^{b,x}	5,73 ^{c,w}	0,30	9,10	9,80 ^y	NA	NA	0,17
	EEM	0,34	0,20	0,40	0,81		0,33	0,16	0,21	0,33	

¹LD: leche descremada; CE: calostro entero; CC: crema de calostro; PC: proteína de calostro; SC: suero de calostro.

² EEM: Error Estándar de la Media.

^{a-d} Valores medios en una fila con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

^{z-x} Valores medios en una columna con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

Por otro lado, se observó que a medida que aumenta la adición de calostro o sus fracciones a la leche descremada a excepción del suero de calostro, va aumentando el rendimiento quesero. Se observó que la mezcla de LD+PC al 10% presentó los valores más altos de rendimiento quesero al comparar con los demás tratamientos. Al analizar los datos obtenidos después del proceso de pasteurización se observa el mismo comportamiento de la mezcla LD+PC al 10% ya que se obtienen los valores más altos de rendimiento quesero. En cuanto a los tratamientos que sufrieron una pasteurización tras la adición del CE o alguna de sus fracciones, hay que recalcar que este proceso térmico produjo la coagulación de la combinación LD+SC al 5 y 10%, motivo por el cual no se observan datos de las características fisicoquímicas en la Tabla 7 para esos dos tratamientos.

4.1.4. Color instrumental (CIELab*) de los tratamientos

En la Tabla 8 se pueden encontrar los valores medios de los parámetros del análisis de color en sistema CIE Lab* de la leche descremada con 0, 1, 5, y 10% de adición de calostro o alguna de sus fracciones, antes y después de la pasteurización.

Respecto a los parámetros de luminosidad a medida que va aumentando la concentración de las fracciones antes de la pasteurización va disminuyendo su valor a diferencia de las mezclas LD+PC y LD+CC que estas van aumentando su valor, y después de la pasteurización todas las mezclas van aumentando el valor de la luminosidad, se observó que la mayor luminosidad se obtuvo en la mezcla de LD+PC al 10% antes de la pasteurización y la menor luminosidad se obtuvo en la LD; después de la pasteurización la mezcla que presentó mayor luminosidad fue la mezcla de LD+PC al 5%. Además, todos los tratamientos incrementaron ($P < 0,05$) sus valores de luminosidad después de la pasteurización.

El parámetro de a^* de todos los tratamientos presentaron valores negativos por lo tanto son ligeramente verdosos; se observó que la mezcla de LD_PC al 10% fue superior frente a los demás tratamientos, tanto antes como después de la pasteurización, sin embargo, el proceso térmico disminuyó los valores del parámetro de a^* de los tratamientos.

Por otro lado, y en relación con el índice de amarillo-azul (b^*), todos los valores fueron positivos (tendencia al amarillo), sin embargo; la que presentó mayor valor fue la mezcla de LD_CC al 10% frente a los demás tratamientos, tanto antes como después de la pasteurización. El proceso térmico afectó al parámetro de b^* de los tratamientos disminuyendo su valor.

Tabla 8. Parámetros de color en el sistema CIELab* la leche descremada (LD) con la adición de 0, 1, 5 y 10% de calostro entero y sus fracciones, cruda o pasteurizada.

		Adición de calostro entero o sus fracciones (%)									
Item	Tratamiento	Leche cruda					Leche pasteurizada				
		0	1	5	10	EEM	0	1	5	10	EEM
L*	LD+CE	82,01	82,50 ^z	82,28 ^z	81,40 ^y	0,20	83,14 ^a	83,21 ^{zy}	83,18 ^z	82,86 ^z	0,21
	LD+CC	82,01	80,91 ^y	80,91 ^y	81,08 ^y	0,25	83,14 ^a	84,51 ^z	83,67 ^z	82,92 ^z	0,39
	LD+PC	82,01	81,64 ^{zy}	82,38 ^z	82,70 ^z	0,22	83,14	82,74 ^y	84,52 ^z	84,08 ^z	0,65
	LD+SC	82,01 ^a	80,97 ^{ab,y}	81,22 ^{ab,zy}	80,44 ^{b,y}	0,21	83,14	82,35 ^y	NA	NA	0,54
	EEM	0,36	0,25	0,24	0,25		0,81	0,29	0,80	0,44	
a*	LD+CE	-5,71	-5,56 ^{zy}	-5,64 ^{zy}	-5,79 ^y	0,06	-5,68 ^a	-5,78 ^{ab,y}	-5,85 ^{ab,y}	-6,04 ^{b,y}	0,06
	LD+CC	-5,71 ^b	-5,82 ^{b,y}	-5,57 ^{b,zy}	-5,10 ^{a,z}	0,07	-5,68	-5,62 ^y	-5,61 ^y	-5,59 ^y	0,07
	LD+PC	-5,71 ^b	-5,59 ^{b,zy}	-5,38 ^{a,z}	-5,20 ^{a,z}	0,06	-5,68 ^b	-5,40 ^{b,zy}	-4,96 ^{a,z}	-4,73 ^{a,z}	0,09
	LD+SC	-5,71 ^{ab}	-5,45 ^{a,z}	-5,75 ^{b,y}	-5,61 ^{ab,y}	0,05	-5,68 ^b	-5,03 ^{a,z}	NA	NA	0,15
	EEM	0,07	0,06	0,06	0,07		0,09	0,09	0,10	0,15	
b*	LD+CE	3,55 ^c	4,33 ^{c,y}	6,91 ^{b,y}	9,00 ^{a,y}	0,44	3,16 ^d	5,33 ^{c,z}	7,55 ^{b,y}	9,69 ^{a,y}	0,49
	LD+CC	3,55 ^c	5,47 ^{c,z}	11,75 ^{b,z}	20,13 ^{a,z}	1,25	3,16 ^c	6,17 ^{c,z}	10,61 ^{b,z}	15,20 ^{a,z}	1,01
	LD+PC	3,55 ^a	2,54 ^{b,x}	3,70 ^{a,x}	4,19 ^{a,x}	0,17	3,16 ^b	3,17 ^{b,y}	4,70 ^{a,x}	5,45 ^{a,x}	0,24
	LD+SC	3,55	2,81 ^x	3,22 ^x	3,59 ^x	0,18	3,16	2,50 ^y	NA	NA	0,35
	EEM	0,46	0,27	0,67	1,24		0,47	0,35	0,69	1,07	

¹LD: leche descremada; CE: calostro entero; CC: crema de calostro; PC: proteína de calostro; SC: suero de calostro.

² EEM: Error Estándar de la Media.

^{a-d} Valores medios en una fila con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

^{z-x} Valores medios en una columna con diferente superíndice expresan diferencias significativas (P<0,05).

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Estudio sobre las fracciones del calostro bovino aisladas

El calostro presenta una composición y propiedades fisicoquímicas muy diferentes, e incluso extremas, en comparación con la leche (McGrath et al., 2016), tal y como también se ha observado en este estudio.

Las fracciones de calostro obtenidas en este estudio presentan una composición y características fisicoquímicas acordes a su naturaleza. A pesar de que el calostro bovino tiene un porcentaje de grasa mayor al de la leche (McGrath et al., 2016), y al momento de separar las fracciones, la crema de calostro bovino fue la que acumuló un mayor porcentaje de grasa, este porcentaje es inferior de acuerdo con los requisitos de la norma técnica ecuatoriana de la crema de leche INEN, (2011). Esto se debe principalmente a que el proceso de descremado utilizado normalmente para la leche no es tan eficiente para separar la crema de calostro, debido a las propiedades físicas “extremas” de esta materia prima. Es probable que se necesite varias descremaciones con la descremadora, o bien utilizar otros medios como la separación a través de la centrífuga, en la cuál se puede aumentar las revoluciones por minuto y el tiempo de centrifugación, tal y como se hizo para obtener las fracciones de proteína y suero de calostro en este trabajo.

El calostro bovino contiene un mayor porcentaje de proteína el cual representa aproximadamente entre el 50 a 60% de los sólidos totales. Las principales proteínas del calostro son las inmunoglobulinas de las cuales existen tres clases principales en la leche: IgG, IgM e IgA, las cuales tienen una función de defensa participando en la destrucción de agentes patógenos que causan enfermedades (Smolenski et al., 2007). De las proteínas que contiene el calostro bovino, las albuminas y las Ig pasan al lactosuero, mientras que las caseínas permanecen en la fracción sólida del queso (Álvarez, 2013). Por tanto, de las fracciones obtenidas en este estudio, se espera que la fracción proteica (tal y como se obtuvo) presente principalmente las caseínas del calostro, mientras que el suero de calostro sea rico en inmunoglobulinas y otras proteínas séricas.

En este estudio las fracciones del calostro bovino (CE, CC, PC, SC) presentaron un menor porcentaje de nivel de lactosa, similar a como se ha descrito en la literatura científica. Según Houser et al. (2008) el calostro bovino contiene menores porcentajes de lactosa y a medida que avanzan los días posparto tiende a incrementarse, proporcionalmente a la secreción de leche. Esta menor presencia de lactosa, y al mismo tiempo mayor presencia de ácido láctico podría jugar un papel fundamental en las características reológicas de los productos que se procesen con estas fracciones del

calostro. Lo mismo ocurre con los diferentes valores de pH y capacidad tampón obtenidos en las fracciones del calostro. Esto se debe a que el calostro contiene una capacidad tampón significativamente mayor debido a su alto contenido de ácido láctico, proteínas, fosfatos, citratos y dióxido de carbono (Tsioulpas et al., 2007).

Estas fracciones podrían jugar un papel fundamental en los procesos industriales, variando desde la calidad del producto final en cuanto a composición, como en sus propiedades reológicas e incluso en su vida útil, ya sea positiva como negativamente, según lo esperado. Sin embargo, conocer en profundidad estas fracciones del calostro y cómo podrían afectar al producto terminado si se adicionan al proceso, es fundamental para el desarrollo de nuevos productos con propiedades funcionales.

4.2.2. Composición química gruesa de los tratamientos

Todos los tratamientos se pudieron analizar tanto antes como después de la pasteurización, a excepción de los tratamientos con la fracción suero de calostro al 5 y 10% después de la pasteurización. La elevada acidez que presenta el suero de calostro, después del proceso para su extracción y la mayor cantidad de proteínas séricas, que tienden a la coagulación con el proceso térmico, hizo que al realizar las mezclas con LD e iniciar el tratamiento térmico se haya producido una precipitación proteica (Velásquez, 2017).

Tal y como se ha observado en los resultados, la adición de cualquiera de las fracciones de calostro a la leche descremada cambia la composición química gruesa de las mezclas, lo cual empieza a ser notable para la grasa y lactosa con un 5% de adición, mientras que para la proteína con 1% de adición de las fracciones de calostro ya se observan cambios, tanto en la leche cruda como pasteurizada. La pasteurización del calostro ayuda a reducir el nivel de bacterias, pero esta afecta mínimamente el nivel de inmunoglobulinas (Salazar et al., 2008).

Se observó que los sólidos totales van aumentando su porcentaje cada vez que aumenta la concentración de las fracciones de calostro. Esto se debe a que los sólidos totales se encuentran en una mayor concentración en el calostro, los componentes minerales o fosfatos y cloruros de H^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} , formando un conjunto con las caseínas (Lucey & Horne, 2009).

La alteración, ya sea en aumento o en detrimento, de alguno de los componentes básicos de la leche descremada puede tener un papel fundamental en las características finales del producto elaborado. La naturaleza propia de los componentes de grasa y proteína, que

varían entre el calostro y la leche, podrían aportar al producto terminado propiedades funcionales y bioactivas para el consumidor.

4.2.3. Características fisicoquímicas y de color de los tratamientos

De la misma manera que la composición básica de la leche descremada se ve alterada al añadir cualquiera de las fracciones del calostro estudiadas, las propiedades fisicoquímicas también se vieron modificadas, incluso con el 1% de cualquiera de las fracciones adicionadas.

Las propiedades fisicoquímicas se consideran fundamentales para tener en cuenta en los procesos de transformación de la leche en cualquier otro producto lácteo. La variación de la densidad, que va de la mano con la cantidad de agua o grasa en la materia prima, el pH, la acidez y la capacidad tampón (es decir, la capacidad de mantener el equilibrio ácido-base ante la presencia de compuestos ácidos o alcalinos), es para tener muy en cuenta antes de procesar cualquier producto. De hecho, los procedimientos podrían modificarse en la industria, o bien mantenerse y obtener un producto con características reológicas diferentes al original.

El calostro tiene un elevado contenido de ácido láctico, proteínas, fosfatos, citratos y dióxido de carbono, por lo que tiene una capacidad de tampón mayor al de la leche, pero al momento de aplicar el tratamiento térmico su resistencia se vuelve menor debido a la desnaturalización de proteínas (Tsioulpas et al., 2007).

Todo ello se materializa cuando se hace la prueba del rendimiento quesero donde, sobre todo al adicionar un 5% de las fracciones del calostro, se ve modificado positivamente, lo cual se debe a la mayor concentración de sólidos totales (Gutiérrez, 2011). En este parámetro, la pasteurización no produjo ninguna modificación en los resultados.

Los tratamientos de LE y LD cumplen con los requisitos establecidos por la INEN, (2012). Sin embargo, la LD mezclada con las fracciones de calostro al 1% 5% y 10% de concentración no cumplen con requisitos establecidos por la norma, principalmente por el aumento de la acidez, por lo que no podría ser llamada leche descremada. Por ello, es preciso buscar o modificar una norma en Ecuador que se adecue a las características de esta nueva materia prima, o bien permitir el uso de dos materias primas lácteas para el procesamiento de derivados. Hay que tener en cuenta que la modificación de las propiedades fisicoquímicas se debe a la naturaleza de las materias primas utilizadas en este estudio, y no porque ha habido alteración debido a la mala praxis o falta de frescura.

En relación al color, la luminosidad no se vio prácticamente alterada, sólo al añadir un 10% de suero de calostro, que la disminuye ligeramente. Sin embargo, el parámetro de color más alterado al añadir tan sólo 1 o 5% del calostro o cualquiera de las fracciones del calostro con grasa, debido bien a la mayor cantidad de β -carotenos presente en la grasa del calostro. Este dato es fundamental para entender la posible mejora que podría obtenerse en los quesos elaborados con leche descremada, los cuales presentan una alteración del color debido a la falta de la fracción grasa de la leche.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- a. El calostro puede ser fraccionado a partir de procedimientos básicos en la industria, que permita obtener fracciones con propiedades fisicoquímicas, composición y color diferentes a la leche y al calostro en sí mismo. De esta forma, conociendo esas propiedades, se pueden seleccionar fracciones de calostro según la necesidad de mejora en la industrial del queso descremado.
- b. La adición de calostro o cualquiera de sus fracciones tienen un impacto en la calidad de la leche descremada, incluso con tan sólo añadir un 1% de estas materias primas, lo cual va acentuando aún más su modificación al aumentar el porcentaje de adición.
- c. La modificación de las características de la leche descremada al adicionar el calostro o cualquiera de sus fracciones podría también jugar un papel fundamental en los procesos industriales, variando desde la calidad del producto final en cuanto a composición, como en sus propiedades reológicas e incluso en su vida útil, ya sea positiva como negativamente, según lo esperado.
- d. Conocer en profundidad estas fracciones del calostro y cómo podrían afectar al producto terminado si se adicionan al proceso, es fundamental para el desarrollo de nuevos productos con propiedades funcionales o incluso la modificación de los procesos industriales relacionados al producto a desarrollar.

5.2. Recomendaciones.

- a. Es necesario realizar nuevos estudios aplicando otros métodos para la obtención de crema de calostro y proteína de calostro que garanticen un mejor rendimiento y calidad de la materia prima.

- b. Sería indispensable así mismo realizar quesos a partir de las mezclas realizadas para verificar las suposiciones de modificación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas del producto terminado, así como de su vida útil en percha.
- c. Además, sería interesante para el sector conocer si realmente cambian las propiedades funcionales y bioactivas del producto terminado al adicionar calostro o cualquiera de sus fracciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abd, A., Rabo, F. H. R., EL-Dieb, S. M., & Elkashef, H. A. S. (2012). Changes in composition of colostrum of Egyptian buffaloes and Holstein cows. *BMC Veterinary Research*, 8.
- Álvarez, M. (2013). Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA Trabajo. In *Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista*.
- Barile, D., Marotta, M., Chu, C., Mehra, R., Grimm, R., Lebrilla, C., & German, J. B. (2010). Neutral and acidic oligosaccharides in Holstein-Friesian colostrum during the first 3 days of lactation measured by high performance liquid chromatography on a microfluidic chip and time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 3940–3949.
- Barrubés, L., Babio, N., Mena, G., Toledo, E., Ramírez, J., Estruch, R., Ros, E., Fitó, M., Arós, F., Fiol, M., Santos-Lozano, J. M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Martínez-González, M. Á., Sorlí, J. V., Basora, J., & Salas-Salvadó, J. (2018). Dairy product consumption and risk of colorectal cancer in an older mediterranean population at high cardiovascular risk. *International Journal of Cancer*, 143(6), 1356–1366.
- Borad, S. G., Singh, A. K., Kapila, S., Behare, P., Arora, S., & Sabikhi, L. (2019). Influence of unit operations on immunoglobulins and thermal stability of colostrum fractions. *International Dairy Journal*, 93, 85–91.
- Buza, M. H., Holden, L. A., White, R. A., & Ishler, V. A. (2014). Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3073–3080.
- Calderón, F., Chauveau-Duriot, B., Martin, B., Graulet, B., Doreau, M., & Nozière, P. (2007). Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk during late pregnancy and the first three months of lactation. *Journal of Dairy*

- Science*, 90(5), 2335–2346.
- Calero, P. (2017). Presencia de calostro y efecto del tratamiento térmico sobre la composición y características físico químicas de la leche. *Bachelor's Thesis, Universidad Nacional de Chimborazo*, 1–37.
- Castañeda, L., Arango, J., & Díaz, H. (2016). Concentración de inmunoglobulina G en calostro bovino en cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en los primeros tres días pos parto. *Orinoquia*, 1(20), 39.
- Cerqueira, J., Ferreira, A., Faria, F., Blanco, P., Cantalapiedra, J., & Araújo, P. (2017). Evaluación de calostro fresco, congelado y pasteurizado de vacas lecheras de la raza frisona. *Jornadas Sobre Producción Animal*, 119(17), 117–119.
- Debier, C., Pottier, J., Goffe, C., & Larondelle, Y. (2005). Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk. *Livestock Production Science*, 98(1–2), 135–147.
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, B., Welsh, M., Gordon, A., & Morrison, S. J. (2017). Evaluation of factors associated with immunoglobulin G, fat, protein, and lactose concentrations in bovine colostrum and colostrum management practices in grassland-based dairy systems in Northern Ireland. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2068–2079.
- Duran, S., Díaz, L., & Cortes, Y. (2019). Consumption of dairy products and associations with diabetes and hypertension. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(6), 776–782.
- Gapper, L. W., Copestake, D. E. J., Otter, D. E., & Indyk, H. E. (2007). Analysis of bovine immunoglobulin G in milk, colostrum and dietary supplements: A review. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389(1), 93–109. <https://doi.org/10.1007/s00216-007-1391-z>
- Gopal, P. K., & Gill, H. S. (2000). Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum. *British Journal of Nutrition*, 84(SUPPL. 1).
- Guliński, P., & Gago, V. (2019). The influence of selected factors on the yield and quality of colostrum produced by Polish Holstein-Friesian cows. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 18(1), 11–18.
- Gutiérrez, F. (2011). *Influencia del consumo, por vacas lecheras, de silajes de diferentes forrajes en la calidad de la leche y su posterior aptitud para la elaboración de quesos*.
- Hagiwara, K., Kataoka, S., Yamanaka, H., Kirisawa, R., & Iwai, H. (2000). Detection of cytokines in bovine colostrum. *Veterinary Immunology and Immunopathology*,

76(3–4), 183–190.

- Houser, B. A., Donaldson, S. C., Kehoe, S. I., Heinrichs, A. J., & Jayarao, B. M. (2008). A Survey of Bacteriological Quality and the Occurrence of Salmonella in Raw Bovine Colostrum. *Foodborne Pathogens And Disease*, 5(6).
- Huppertz, T., Grosman, S., Fox, P., & Kelly, A. (2004). Heat and ethanol stabilities of high-pressure-treated bovine milk. *International Dairy Journal*, 14(2), 125–133.
- INEN. (2012a). Instituto ecuatoriano de normalización- Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 10:2012 Quinta revisión. *Leche Pasteurizada- Requisitos*, 34, 2–7.
- INEN. (2012b). Instituto ecuatoriano de normalización- Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 9:2012 Leche Cruda. Requisitos. *Leche Cruda. Requisitos.*, 34, 1–7.
- INEN, I. E. de N. (2011). *NTE INEN 712: 2011 Crema de leche. Requisitos*.
- Jeong, S. G., Ham, J. S., Kim, D. H., Ahn, C. N., Chae, H. S., You, Y. M., Jang, A., Kwon, I. I. K., & Lee, S. G. (2009). Physicochemical properties of colostrum by milking time of gyeonggi province. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 29(4), 445–456.
- Korhonen, H., Marnila, P., & Gill, H. S. (2000). Milk immunoglobulins and complement factors. *British Journal of Nutrition*, 84(SUPPL. 1).
- Lucey, J., & Horne, D. (2009). Milk Salts: Technological Significance. In *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 3).
- Madsen, B., Rasmussen, M., Nielsen, M., Wiking, L., & Larsen, L. (2004). Physical properties of mammary secretions in relation to chemical changes during transition from colostrum to milk. *Journal of Dairy Research*, 71(3), 263–272.
- Martí De Olives, A., Díaz, J. R., Molina, M. P., & Peris, C. (2013). Quantification of milk yield and composition changes as affected by subclinical mastitis during the current lactation in sheep. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7698–7708.
- McCarthy, O., & Singh, H. (2009). Physico-chemical properties of milk. In *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 3). https://doi.org/10.1007/978-0-387-84865-5_15
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*, 96(2), 133–158.
- Morrill, K. M., Conrad, E., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., & Tyler, H. (2012). Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 3997–4005.
- Nikolic, I., Stojanovic, I., Vujcic, M., Fagone, P., Mangano, K., Stosic-Grujicic, S.,

- Nicoletti, F., & Saksida, T. (2017). El derivado estandarizado del calostro bovino impide el desarrollo de diabetes tipo 1 en roedores. *Inmunobiología*, 222 (2)(2), 272-279.
- Ortiz, M. (2021). *Utilización del calostro bovino en la industria láctea y sus beneficios en la salud humana, revisión sistemática de bibliografía*.
- Rathe, M., Muller, K., Sangil, P., & Husby, S. (2014). Aplicaciones clínicas de la terapia de calostro bovino: una revisión sistemática. *Nutrition Reviews*, 72 (4), 237-254.
- Reyes, K., Sotol, S., Hernández, H., Quintero, A., & Piloni, J. (2020). Alimentos funcionales a partir de calostro bovino. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 6(12), 9–11.
- Sacerdote, P., Mussano, F., Franchi, S., Panerai, A. E., Bussolati, G., Carossa, S., Bartorelli, A., & Bussolati, B. (2013). Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1745–1754.
- Salazar, J., Jayarao, B., & Heinrichs, A. (2008). Pasteurización de calostro : efecto sobre la carga bacteriana y la concentración de inmunoglobulinas G . (Colostrum pasteurization : Effect on bacterial count and immunoglobulin G concentration). *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9, 1–10.
- Sánchez-Macías, D., Hernández-Castellano, L. E., Morales-delaNuez, A., Herrera-Chávez, B., Argüello, A., & Castro, N. (2020). Somatic cells: A potential tool to accelerate low-fat goat cheese ripening. *International Dairy Journal*, 102, 104598.
- Sánchez-Macías, D., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-delaNuez, A., & Argüello, A. (2014). From goat colostrum to milk: Physical, chemical, and immune evolution from partum to 90 days postpartum. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 10–16.
- Scándolo, D., & Maciel, M. (2017). Manejo Y Alimentación De Calostro En Terneros : Respuestas Simples a Preguntas Complejas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 36 Supl.1, 1–12.
- Silva, N. A., Honorio-Franca, A. C., Giachini, F. R., Mores, L., de Souza, E. G., & Franca, E. L. (2013). Bioactive factors of colostrum and human milk exhibits a day-night variation. *American Journal of Immunology*, 9(2), 68–74.
- Skalka, V., Shakhno, N., Ečer, J., & Čurda, L. (2017). Separation of immunoglobulins from colostrum using methods based on salting-out techniques. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(3), 259–266.
- Smolenski, G., Haines, S., Kwan, F. Y., Bond, J., Farr, V., Davis, S., Stelwagen, K., & Wheeler, T. (2007). Characterisation of host defence proteins in milk using a

- proteomic approach. *Journal of Proteome Research*, 6(1), 207–215.
- Tao, N., Depeters, E., German, J., Grimm, R., & Lebrilla, C. (2009). Variations in bovine milk oligosaccharides during early and middle lactation stages analyzed by high-performance liquid chromatography-chip / mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 2991–3001.
- Tsioulpas, A., Grandison, A. S., & Lewis, M. J. (2007). Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5012–5017.
- Velásquez, L. (2017). *Elaboración de queso fresco y ricotta utilizando como materia principal leche de cabra, en el departamento de León, Republica de Nicaragua.*
- Zambrano, D., Castillo, E., & Simbaña, L. (2017). La producción de leche en Ecuador y Chimborazo : nuevas oportunidades e implicaciones ambientales. *Universidad de Las Fuerzas Armadas - Espe*, 10(February), 270–289.
- Zhang, J.-M., & An, J. (2009). Cytokines, Inflammation and Pain. *Int Anesthesiol Clin.*, 69(2), 482–489.

ANEXOS

FOTOS

Tabla 9: Fotografías de las técnicas utilizadas en la investigación.

<p>a) Calostro Entero</p> 	<p>b) Proteína de Calostro</p> 
<p>c) Crema de Calostro,</p> 	<p>d) Suero de Calostro.</p> 
<p>e) Mezclas de leche descremada más calostro entero y sus fracciones al 1%, 5% y 10%.</p> 	<p>f) Pasteurización de las mezclas de leche descremada más calostro entero y sus fracciones al 1%, 5% y 10%.</p> 
<p>Análisis de la leche descremada, del calostro bovino, de las fracciones del calostro bovino y los diferentes tratamientos.</p>	
<p>g) Análisis composicional.</p>	<p>h) Determinación de densidad.</p>



i) Determinación de pH



j) Análisis de la acidez titulable



k) Determinación de color instrumental, Sistema CIELab*.



l) Análisis de la capacidad tampón.



m) Análisis del rendimiento queso

