



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



EFFECTO DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN SOBRE LA
COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL CALOSTRO BOVINO.



AUTOR

Marcela Elizabeth Tipán Céleri

AÑO

2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EFFECTO DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN SOBRE LA
COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL CALOSTRO BOVINO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista.

Profesor Guía

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Autor

Marcela Elizabeth Tipán Célleri

Año

2020

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, "Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino", a través de reuniones periódicas con la estudiante Marcela Elizabeth Tipán Céleri, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Médico Veterinario y Zootecnista

C.I.: 17181815778

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, "Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino", a través de reuniones periódicas con la estudiante Marcela Elizabeth Tipán Céleri, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Médico Veterinario y Zootecnista

C.I.: 17181815778

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino de Marcela Elizabeth Tipán Céleri, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Dr. Martín Alonso Ortiz Vinueza MSc

Médico Veterinario

C.I.: 0601272925

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino de Marcela Elizabeth Tipán Céleri, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Dr. Martín Alonso Ortiz Vinueza MSc

Médico Veterinario

C.I.: 0601272925

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Marcela Elizabeth Tipán Céleri

C.I.: 1713506952

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Marcela Elizabeth Tipán Céleri

C.I.: 1713506952

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mi camino, por brindarme la fuerza y sabiduría necesaria para salir adelante.

A mis padres, Javier y Marilú por su amor y apoyo incondicional, porque me enseñaron que con perseverancia lo imposible se vuelve posible y porque me dieron la oportunidad de soñar y de cumplir mis sueños.

A mis abuelitos, Leonardo y Rosita por estar presentes en cada etapa de mi vida y llenarla de alegría.

A mi tutor Cristián Cárdenas quien con su paciencia y conocimiento fue la clave en la realización de este trabajo y a mi corrector Martín Ortiz quien permitió la culminación de este gran trabajo.

A mis amigos, por convertirse en mi segunda familia, por contribuir de una manera positiva en mi vida, y por convertir mi trascurso por la universidad una anécdota que guardaré por siempre.

DEDICATORIA

A mis Padres, Javier y Marilú, pues nada de esto hubiera sido posible si ustedes no hubieran estado a mi lado, los consejos y palabras de aliento que me brindaron cuando todo parecía no tener una solución me permitieron hoy estar en el lugar que estoy, por su fuerza y amor y porque con su ejemplo me han enseñado a ser una mejor versión de mí. Gracias por creer en mí.

RESUMEN

La Información dispersa e incompleta de los métodos de conservación de calostro bovino, así como también una variación en los resultados obtenidos en las investigaciones sobre los efectos de la congelación o fermentación sobre la composición físico-química del calostro bovino, no permite adquirir un conocimiento completo ni poner en práctica los métodos de almacenamiento de calostro bovino en las ganaderías del Ecuador. El objetivo de este estudio fue analizar mediante una revisión sistemática en bases de datos bibliográficas, el efecto de los métodos de conservación sobre la composición nutricional del calostro bovino que permita identificar la variación de los parámetros físico-químicos. Para conseguir dicha información se realizó la búsqueda de estudios publicados desde el 01 de enero del 2010 hasta el 31 de enero del 2019 en el continente americano, las bases de datos utilizadas fueron Science Direct y Google Scholar, se utilizaron operadores booleanos (AND y OR), así como diferentes términos de búsqueda y se obtuvieron 31756 documentos. Por medio del diagrama de flujo, con la ayuda de criterios de inclusión y exclusión además de un análisis crítico, se pudo reducir el número a 11 artículos. Se pudo llegar a la conclusión que la mayor cantidad de investigaciones realizadas sobre los métodos de conservación fue proveniente de Brasil (81.81%), que el calostro bovino puede ser almacenado durante largos periodos ya sea por fermentación anaerobia o congelación sin que la composición físico-química se vea afectada al punto de volverlo no nutritivo y que también se debería considerar la realización de trabajos de investigación en las ganaderías ecuatorianas sobre los métodos de almacenamiento de calostro bovino.

Palabras claves: conservación, fermentación, congelación, calostro bovino

ABSTRACT

The dispersed and incomplete information of bovine colostrum conservation methods, as well as a variation in the results obtained in research on the effects of freezing or fermentation on the physical-chemical composition of bovine colostrum, does not allow to acquire complete knowledge or implement the methods of storing bovine colostrum in livestock in Ecuador. The objective of this study was to analyze through a systematic review in bibliographic databases, the effect of conservation methods on the nutritional composition of bovine colostrum to identify the variation in physical-chemical parameters. To obtain this information, the search was carried out for published studies from 01 January 2010 to 31 January 2019 in the Americas, the databases used were Science Direct and Google Scholar, Boolean operators (AND and OR) were used, as well as different search terms and 31756 documents were obtained. Through the flowchart, with the help of inclusion and exclusion criteria in addition to a critical analysis, the number could be reduced to 11 articles. This document concluded that the greatest number of research conducted on conservation methods was from Brazil (81,81%), that bovine colostrum can be stored for long periods either by anaerobic fermentation or freezing without the physical-chemical composition being affected to the point of making it unusable and that research work in Ecuadorian livestock on bovine colostrum storage methods should also be considered.

Key words: preservation, fermentation, frozen, bovine colostrum

ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Pregunta de investigación	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Calostro	4
2.1.1. Calostrogénesis.....	5
2.1.2. Componentes del calostro bovino.....	7
2.1.3. Factores asociados a la calidad de calostro	10
2.2. Medición de parámetros físico-químicos del calostro.....	12
2.2.1. Técnicas de laboratorio	12
2.2.2. Técnicas de campo.....	15
2.3. Métodos de conservación de calostro.....	19
2.3.1. Importancia de la conservación de calostro bovino	19
2.3.2. Congelación.....	20
2.3.3. Fermentación.....	21
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Delimitación geográfica	24
3.2. Selección de base de datos.....	24
3.3. Materiales.....	25
3.4. Metodología.....	25
3.4.1. Búsqueda	25
3.4.2. Selección de estudios.....	26
3.4.2.1. Criterios de inclusión.....	27
3.4.2.2. Criterios de exclusión.....	27

3.4.3. Extracción y presentación de resultados	28
3.5. Análisis crítico.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Diagrama de flujo del prisma	29
4.2. Discusión.....	34
4.2.1. Congelación.....	34
4.2.2. Fermentación.....	34
4.3. Limitantes	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
41	
5.1. Conclusiones.....	41
5.2. Recomendaciones.....	42
REFERENCIAS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del calostro bovino	9
Tabla 2. Cambio en la composición química del calostro en relación al tiempo (horas).....	11
Tabla 3. Relación de la gravedad específica y la cantidad de inmunoglobulinas	16
Tabla 4. Suministro del calostro bovino fermentado.....	22
Tabla 5. Términos y operadores booleanos utilizados en la búsqueda de información.....	25
Tabla 6. Número de artículos encontrados en las bases de datos según los terminos y operadores booleanos.	29
Tabla 7. Valores encontrados después de 60 días de fermentación.....	35
Tabla 8. Efecto térmico sobre la caseína y la lactosa del calostro bovino.....	36
Tabla 9. Variación de pH.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calostrómetro bovino.	15
Figura 2. Refractómetro digital.	18
Figura 3. Refractómetro óptico.	19
Figura 4. Diagrama de Flujo.....	26
Figura 5. Porcentaje de artículos obtenidos en relación al número total de resultados de búsqueda.....	30
Figura 6. Dinámica de selección de artículos mediante el diagrama de flujo PRISMA.....	31
Figura 7. Número de artículos encontrados.....	32
Figura 8. Representación gráfica del número de artículos eliminados.....	33

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El propósito de este trabajo de titulación es recopilar la información necesaria que permita determinar si los métodos de conservación tienen algún efecto sobre la composición físico-química del calostro bovino, por lo que, a lo largo de este estudio se mencionarán datos relevantes acerca del calostro, los métodos de conservación y su importancia, así como también los métodos utilizados para la evaluación de la composición del calostro bovino.

La glándula mamaria es el órgano encargado de producir dos clases de alimentos necesario para el neonato, el primero, el calostro que es el encargado de brindar la inmunidad pasiva necesaria, mientras que la leche es el nutriente básico (Arizala & Olivera, 2007, p. 143).

Se considera calostro a las secreciones acumuladas durante las últimas semanas de gestación en la glándula mamaria del bovino (Tizard, 2018, p. 253), es una mezcla perteneciente al suero sanguíneo y las secreciones lácteas (Godden, 2008, p. 20)

Un correcto manejo del calostro bovino durante su conservación puede permitir que las ganaderías cuenten con reservas de calostro que sirvan para alimentar a los animales cuyas madres produzcan calostro con baja cantidad de inmunoglobulinas (Elizondo, 2007, p. 278).

La calidad de calostro bovino está relacionada con la cantidad de inmunoglobulinas G presentes, se debe tomar en cuenta que existen factores como la raza, volumen de calostro producido, duración del periodo seco, edad del animal y vacunación preparto que ocasionaría una variación en la concentración de inmunoglobulinas de un animal a otro (Godden, 2008, p. 25).

Existen dos técnicas de campo que permiten evaluar la cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro, son consideradas fáciles, rápidas y económicas. El calostrómetro permite evaluar la concentración de inmunoglobulinas en relación a la gravedad específica del calostro (Fleenor & Stott, 1980, p. 975), por otro lado, el refractómetro de Brix determina si un calostro es de buena o mala calidad en relación a la cantidad de luz refractada al traspasar un líquido (Matamala, 2014, p. 14).

Debe tomarse en cuenta la escasa información respecto al manejo y conservación del calostro bovino en las ganaderías del Ecuador, ya que empíricamente se sabe que existen protocolos en las grandes ganaderías para la obtención, manejo y conservación del calostro bovino, sin embargo los pequeños productores de zonas rurales en algunos casos desconocen de las prácticas adecuadas de manejo de los animales preparto así como también de la importancia de una correcta administración, conservación y usos del calostro bovino.

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis del efecto de los métodos de conservación o almacenamiento sobre la composición física-química del calostro bovino, evaluando cual fue la variación durante el periodo en el que fue conservado, se recolectó la información a través de una revisión sistemática en bases de datos bibliográficas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Analizar mediante una revisión sistemática en bases de datos bibliográficas, el efecto de los métodos de conservación de calostro bovino sobre la composición físico-química.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar los diferentes métodos de conservación de calostro para organizar información obtenida de una búsqueda sistematizada en bases de datos utilizando el método PRISMA.
- Evaluar los efectos de los métodos de conservación sobre la composición nutricional del calostro bovino que permita identificar la variación de los parámetros físicos-químicos.

1.3. Pregunta de investigación

¿Cómo afectan los métodos de conservación a la composición físico-química del calostro bovino?

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Calostro

Se considera calostro a la primera leche que se obtiene tras el comienzo de la lactación (Urroz, 1991, p. 244), el calostro es la secreción que se acumula en la glándula mamaria en las últimas semanas de gestación (Tizard, 2018, p. 253). Poco después del parto, la glándula mamaria comienza a secretar el calostro (Hill & Wyse, 2006, p. 521) hasta las 24 a 36 horas posteriores (Borad & Singh, 2018, p. 202).

La placenta en los bovinos al ser sindesmocorial ocasiona que el ternero nazca agammaglobulinémico y dependa completamente de la absorción de inmunoglobulinas a través del calostro después del nacimiento (Godden, Lombard, & Woolums, 2019, p. 535), la cual se da a nivel intestinal durante las primeras 24 horas después del nacimiento (Foley, Hunter, & Otterby, 1978, p. 1450).

El calostro protege al neonato contra patógenos hasta que el propio sistema inmunológico se vuelva funcional (Godden et al., 2019, p. 535), previniendo de enfermedades diarreicas causadas por rotavirus y cepas de *Escherichia coli* (Marnila & Korhonen, 2011), por lo que es considerado como el primer alimento necesario que debe ser administrado poco después del parto a la cría (Hutjens, 2003, p. 58).

Otros beneficios del calostro bovino son: reducir el riesgo de hipotermia en los terneros gracias a su alto valor energético y tener una acción laxante que permite al ternero eliminar el meconio favoreciendo al inicio del tránsito intestinal (Arizala & Olivera, 2007, p. 144)

Al calostro se lo diferencia de la leche por la composición química y física ya que contiene un mayor número de anticuerpos, factores de crecimiento y nutrientes

(Borad & Singh, 2018, p. 203) como la gran cantidad de proteínas y grasas necesarias para el desarrollo energético y muscular durante los primeros días de vida del neonato (Quigley & Drewry, 1998, p. 2782).

2.1.1. Calostrogénesis

Se debe tomar en cuenta que la lactancia está dividida en 4 etapas: formación del precalostro (lactogénesis I o inicio de la lactación), formación de calostro (lactogénesis II o fase de activación), producción de leche (lactogénesis III o galactopoyesis) e involución de la glándula mamaria (Arizala & Olivera, 2007, p. 143). Siendo los temas más importantes en este capítulo la lactogénesis I y II.

Se cree que la calostrogénesis en los bovinos puede iniciar en diferentes momentos antes del parto (Baumrucker, Dechow, Macrina, Gross, & Bruckmaier, 2016, p. 9254), sin embargo se sabe que la lactogénesis I, inicia durante el último tercio de gestación, en este periodo ocurren cambios enzimáticos y citológicos en las células alveolares, la actividad celular está determinada por la relación 2:1 de la concentración de ARN: ADN; durante este periodo existe un incremento en el número de ribosomas, de retículos endoplasmáticos, aparato de Golgi y mitocondrias permitiendo la formación de gotículas de grasa y caseína que son liberados en el lumen alveolar. Por otro lado, el núcleo se localiza en la porción basal permitiendo el aumento de formación de acetil coenzima A, la síntesis de ácido grasos y enzimas que aumentan la asimilación de aminoácidos, glucosa y otros sustratos necesarios en la síntesis de la leche. En este periodo se incrementa el consumo de oxígeno, las células epiteliales mamarias cambian su estado a secretorio y empieza la formación de calostro (Arizala & Olivera, 2007, p. 144)

La formación del calostro o lactogénesis II se da 4 días antes del parto, durante este proceso el ARN mensajero de la alfa lactoalbúmina se traslada al retículo endoplasmático, la proteína interactúa con la galactosiltransferasa en el aparato de Golgi para la síntesis de lactosa y el aumento de lactosa permite el ingreso

de agua hacia el aparato de Golgi y las vesículas secretoras; en esta etapa las células epiteliales mamarias alcanzan un diámetro de hasta 25 micras y su citoplasma está lleno de lípidos, numerosas enzimas, oligosacáridos y glicosilatos (Arizala & Olivera, 2007, p. 144).

El calostro bovino es una mezcla de componentes provenientes del suero sanguíneo como proteínas e inmunoglobulinas que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco del parto y se detiene en el momento del parto (Godden et al., 2019, p. 536).

La transferencia de inmunoglobulinas hacia las secreciones mamarias puede ser de hasta 500 g/semana con un rápido aumento en la síntesis justo antes del parto, la inmunoglobulina mayormente secretada es la inmunoglobulina G1 (McGuirk & Collins, 2004, p. 594).

La inmunoglobulina G1 es transferida y transportada desde el torrente sanguíneo materno hacia las células epiteliales alveolares de la glándula mamaria mediante transcitosis por medio del receptor Fc del neonato (FcRn), mientras que en los terneros el paso de IgG1 en el tracto intestinal es mediante transferencia pasiva (Baumrucker, Burkett, Magliaro-Macrina, & Dechow, 2010, p. 3031). Las células epiteliales alveolares dejan de expresar el receptor FcRn como respuesta a un aumento en la concentración de prolactina en el inicio de lactancia. Por otro lado, las inmunoglobulinas A y M provienen en su mayoría de la síntesis local de plasmocitos de la glándula mamaria, mientras que la síntesis de inmunoglobulina E aún no está bien establecido, pero se sabe que sirve en la protección temprana contra parásitos intestinales (Godden et al., 2019, p. 536).

La concentración de inmunoglobulinas G1 determina el grado de inmunidad pasiva que puede adquirir el neonato ya que el volumen que puede ser ingerido por la cría es limitado (Guy, McFadden, Cockrell, & Besser, 1994, p. 3002).

La calostrogénesis está mediada por hormonas lactogénicas como la prolactina (Godden et al., 2019, p. 536), la insulina, la hormona del crecimiento, el cortisol, los glucocorticoides, el lactógeno placentario, la progesterona, los estrógenos y las hormonas tiroideas y paratiroideas (Arizala & Olivera, 2007, p. 146).

2.1.2. Componentes del calostro bovino

El calostro bovino posee diversos componentes (Tabla 1) como anticuerpos, leucocitos, citosinas, factores de crecimiento, hormonas, oligosacáridos (Marnila & Korhonen, 2011) y componentes antimicrobianos como la lactoferrina, lisozima y lactoperoxidasa (Borad & Singh, 2018, p. 202).

Los leucocitos de origen materno presentes en el calostro bovino (macrófagos y linfocitos) permiten una activación temprana de la respuesta inmune mediada por células en los terneros para poder responder de mejor manera a aquellas enfermedades a las que sus madres fueron expuestas previamente (Godden et al., 2019, p. 539).

Las citosinas son un grupo de proteínas, péptidos o glicoproteínas, que tienen grandes efectos biológicos a concentraciones mínimas, se han descrito varias citosinas dentro del calostro bovino como interleucinas (IL), factores de necrosis tumoral (TNF) e interferones (INF), estas moléculas están encargadas de modular el sistema inmunitario (McGrath, Fox, McSweeney, & Kelly, 2015, p. 141).

Las inmunoglobulinas son proteínas mono o polimórficas formadas por cuatro cadenas de polipéptidos, dos cadenas ligeras y dos cadenas pesadas en forma de Y, las propiedades fisicoquímicas, biológicas e inmunológicas de las inmunoglobulinas permiten subdividir las en clases (Puppel et al., 2019, p. 3).

La cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino son muy variables de un animal a otro, estudios han revelado que del 85% al 90%

presentes son inmunoglobulinas G, mientras que el 5% y 7% pertenecen a las inmunoglobulinas A y M respectivamente (Godden et al., 2019, p. 537).

La lisozima es un potente germicida que en presencia de inmunoglobulinas aumenta su actividad, las proteasas digestivas al no tener efecto sobre las lisozimas permiten que éstas tengan actividad mientras pasan por el intestino delgado, por otro lado, la lactoferrina en el calostro bovino, tiene un efecto bacteriostático que pierde actividad en ambientes ácidos, mientras que lactoperoxidasa es considerada como un bacteriostático y germicida (Puppel et al., 2019, p. 4).

Los oligosacáridos proporcionan defensa contra patógenos que actúan como inhibidores competitivos de los sitios de unión en las superficies epiteliales del intestino, también se considera que pueden ayudar en el desarrollo de la microbioma intestinal al actuar como prebiótico (Godden et al., 2019, p. 539).

Tanto la grasa como la lactosa proveen de la energía necesaria para la termogénesis y regulación corporal del neonato (Godden, 2008, p. 22). La lactosa es el principal carbohidrato que sirve como fuente de glucosa para los terneros, la energía que proporciona estimula a la médula espinal y a las células nerviosas del cerebro, además es indispensable para el corazón, hígado y riñones, permitiendo un correcto desarrollo en los recién nacidos (Puppel et al., 2019, p. 4).

Se ha visto que los minerales presentes en el calostro bovino son el resultado de la ingesta de las madres durante el periodo preparto, el magnesio y el zinc junto con las vitaminas ayudan en los mecanismos de defensas del neonato, la vitamina E en conjunto con la vitamina C participan como antioxidantes en la defensa contra las especies reactivas de oxígeno (ROS), impidiendo la secuencia de reacciones en cadena de radicales libres que dañan las células (Puppel et al., 2019, p. 4)

Tabla 1

Componentes del calostro bovino

Componentes	Kehoe et al.	Foley y Otterby
Grasa %	6,70	6,7
Proteína %	14,92	14
Lactosa %	2,49	2,7
Sólidos totales %	27,64	23,9
Ceniza %	0,05	-
Inmunoglobulina G mg / ml	-	32
Inmunoglobulina G1 mg / ml	34,96	-
Inmunoglobulina G2 mg / ml	6,00	-
Inmunoglobulina A mg / ml	1,66	-
Inmunoglobulina M mg / ml	4,32	-
Lactoferrina mg / ml	0,82	-
Retinol µg / g	4,90	2,8
Tocoferol µg / g	2,92	-
β-caroteno µg / g	0,68	-
Vitamina E µg / g	77,17	84
Tiamina µg / ml	0,90	0,58
Riboflavina µg / ml	4,55	4,83
Niacina µg / ml	0,34	0,96
Vitamina B 12 µg / ml	0,60	0,05
Ácido fólico µg / ml	-	0,01
Piridoxal µg / ml	0,15	-
Piridoxamina µg / ml	0,21	-
Piridoxina µg / ml	0,04	-
Ácido pantoténico µg / ml	-	1,7
Calcio mg / kg	4716,10	2.599,90
Fósforo mg / kg	4452,10	-
Magnesio mg / kg	733,24	399,9
Sodio mg / kg	1058,93	699,9

Potasio mg / kg	2845,89	1.399,90
Zinc mg / kg	38,10	11,6
Hierro mg / kg	5,33	1,9
Cobre mg / kg	0,34	0,6
Azufre mg / kg	2595,67	-
Manganeso mg / kg	0,10	0,2

Adaptada de: Kehoe, Jayarao, & Heinrichs, 2007, p. 4111

Con respecto a las propiedades físicas del calostro se ha determinado que existe un pH bajo inicial que va aumentando con el tiempo, el valor postparto del pH varía entre 6,0 a 6,6, esto se debería a la gran concentración de proteínas, fosfato dihidrógeno, citrato y dióxido de carbono presente en el calostro; en estudios realizados se observó una relación positiva entre la acidez titulable y la cantidad de proteínas presentes (McGrath et al., 2015, p. 145).

La gravedad específica del calostro bovino es más alta justo después del parto y disminuye rápidamente entre el primer y cuarto ordeño, posterior a este tiempo el descenso se vuelve gradual, se conoce que el valor descrito (1.028 a 1.074) varía no solo de un animal a otro sino también de acuerdo al número de parto; así mismo se describe una relación positiva entre la gravedad específica y la cantidad total de proteínas presentes (McGrath et al., 2015, p. 146).

2.1.3. Factores asociados a la calidad de calostro

La calidad del calostro bovino es definida por la cantidad de inmunoglobulinas G presentes, a este tipo de inmunoglobulina se la considera como la más importante en donde niveles mayores a 50 mg/ml se define como un calostro de alta calidad (Mendoza, Caffarena, Fariña, Morales, & Giannitti, 2017, p. 6).

Se ha observado que en vacas de primer parto el 80% de los casos el calostro proveniente de estos animales posee valores mínimos de inmunoglobulinas (20mg/ml), en el 14% de las muestras se encuentra un rango intermedio de 20 a

50 mg/ml de inmunoglobulinas y solo en un pequeño porcentaje de calostro posee una cantidad superior a 50 mg/ml de inmunoglobulinas (Valdivia, Ortiz, Martinez, & Quezada, 1996, p. 3)

Con respecto a los niveles de inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino se ha tomado en cuenta que existen diferentes factores como: raza, volumen de calostro producido, momento en la recolección del calostro, duración del periodo seco, edad del animal y vacunación preparto que ocasionarían una variación de un animal a otro (Godden et al., 2019, p. 538).

En cuanto a la raza de la madre, estudios realizados han observado que este factor tiene un efecto sobre el número de inmunoglobulinas presentes en el calostro (Godden, 2008, p. 23), se ha visto que en razas lecheras la cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino es mayor que en las razas cárnicas (Guy et al., 1994, p. 3005).

El volumen del calostro producido en vacas lecheras en un primer ordeño es muy variable (2,8 a 26,5 kg) mas, se sabe que en aquellos animales cuya producción menor a 8,5 kilos cuentan con una concentración de inmunoglobulinas G1 calostrual mayor, por lo que se recomienda la selección y uso de este calostro como donantes (McGuirk & Collins, 2004, p. 595).

Se ha visto que el momento de recolección post parto del calostro influye sobre la calidad del mismo (Tabla 2), ya que tanto el valor nutricional como biológico tiene un descenso de forma gradual con el tiempo (Puppel et al., 2019, p. 2; Godden et al., 2019, p. 542)

Tabla 2

Cambio en la composición química del calostro en relación al tiempo (horas)

Componentes	Horas						Leche
	0	6	12	24	48	120	
Proteínas	16,8	11,7	6,3	5,5	4,8	3,6	3,2

Caseína	4,1	3,5	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6
Albumina / Globulina	12,7	8,0	3,2	2,6	2,0	0,9	0,6
Grasa	6,7	6,1	4,4	4,1	3,9	0,8	3,8
Lactosa	2,9	3,5	3,9	4,1	4,2	4,5	4,6

Adaptado de: Puppel et al., 2019, p. 2

Otro factor determinante en la variación del calostro bovino es la duración del periodo seco en la que se ha determinado que cuando este periodo es de un tiempo menor a tres semanas, evita que exista una correcta acumulación de inmunoglobulinas en la glándula mamaria (Elizondo, 2007, p. 276).

Por otro lado, algunos estudios realizados informan que los animales con mayor edad son aquellas que producen calostro de mejor calidad debido a que estos animales han tenido un periodo más largo de exposición a patógenos (Godden et al., 2019, p. 541).

Así mismo la vacunación de las madres de 3 a 6 semanas antes del parto proporciona un incremento en los niveles séricos de anticuerpos, permitiendo incrementar la cantidad de anticuerpos presentes en el calostro contra antígenos específicos, cuando existe una correcta inmunización las inmunoglobulinas G son transferidas al calostro en las últimas dos semanas (Maunsell, 2014, p. 119).

2.2. Medición de parámetros físico-químicos del calostro

2.2.1. Técnicas de laboratorio

Inmunodifusión radial

Técnica serológica de Mancini, la Inmunodifusión radial simple es un método específico y preciso utilizado en la cuantificación de inmunoglobulinas (Tizard, 2018, p. 257).

El antígeno debe ser colocado dentro de un pocillo del agar que contiene el anticuerpo, se deja que éste se difunda por medio del agar hasta que alcance la equivalencia con el anticuerpo, cuanto mayor sea la concentración del antígeno más lejos éste se difundirá por el agar precipitándolo en forma de anillo alrededor del pocillo (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2017, p. 26).

Para determinar los niveles del antígeno presente se debe realizar una medición del diámetro de los anillos de precipitina y extrapolarlos a curvas conocidas (Synbiosis, s.f.). El resultado se obtiene dentro de las 18 a 24 horas posteriores (Tizard, 2018, p. 257).

En la técnica de Inmunodifusión radial se puede utilizar muestras de calostro entero, calostro sin grasa o suero de calostro para determinar el nivel de inmunoglobulinas, sin embargo, el efecto del tipo de muestra puede dar valores no reales de la cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro, por lo que se deben utilizar ecuaciones de corrección (Fleenor & Stott, 1981, p. 745)

Método del picnómetro

El método del picnómetro se utiliza en la determinación de la densidad relativa de la leche, el cálculo de la densidad se realiza a través de tres determinaciones gravimétricas (determinación de tres masas con una balanza analítica) (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 1983, p. 3). Para la obtención de resultados fiables, el operador debe tener la comprensión de los fundamentos de este método, así como también cierta destreza para su desarrollo (Atarés, 2011, p. 2)

Método de Gerber

El propósito del método de Gerber es separar la materia grasa de la leche dentro de un butirómetro con dimensiones estandarizadas, medir el volumen e indicar su valor en un tanto por ciento en masa (Töpel, 2017, p. 13). Se pretende

separar, mediante la acidificación y centrifugación la materia grasa contenido en el producto analizado (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 1973, p. 2).

Para el análisis se debe tomar en cuenta que el butirómetro esté completamente limpio y sin restos de grasa; a la muestra que se encuentra en el butirómetro se le debe añadir ácido sulfúrico y alcohol amílico; el ácido sulfúrico concentrado (90 - 91% de masa) hidroliza y oxida las fracciones de las albúminas de la leche, la lactosa y los componentes de la membrana de los glóbulos de grasa (fosfolípidos, proteínas y agua de hidratación), mientras que el alcohol amílico favorece la separación de la grasa, dando como resultado una división clara entre la grasa y la solución ácida, con la ayuda de la centrifuga la grasa es separada en el vástago graduado del butirómetro permitiendo leer el contenido graso en gramos/100 gramos de muestra (García, Fernández, & Fuentes, p. 3).

Método de Kjeldahl

El método de Kjeldahl que es utilizado para determinar nitrógeno sigue siendo uno de los métodos más exactos usado para la determinación de nitrógeno en sustancias como la leche (Harris, 2007, p. 132).

El principio del método Kjeldahl es la digestión de las proteínas presentes en la muestra a través de una mezcla de ácido sulfúrico concentrado, sulfato de potasio y sulfato de cobre (II), el sulfato de potasio eleva el punto de ebullición del ácido sulfúrico proporcionando una mezcla que permite una oxidación más fuerte para la digestión, mientras que el sulfato de cobre (II) es utilizado como catalizador para que exista una reacción efectiva y el nitrógeno de la muestra se convierta en sulfato de amonio; Después de la digestión cuando la muestra se encuentra fría se debe añadir hidróxido de sodio para liberar amoníaco, el amoníaco liberado se debe destilar con una solución de ácido bórico para poder titularlo con ácido clorhídrico, el cálculo del contenido de nitrógeno se realiza a partir de la cantidad de amoníaco producido (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015, p. 1).

Determinación la acidez titulable

La NTE INEN 13 establece métodos para determinar la acides titulable de la leche a través de la cantidad de ácido láctico presente, la titulación se realiza con una solución estandarizada de hidróxido de sodio y 0,5 gramos de fenolftaleína disuelta en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 - 96% como indicador; el ensayo debe realizarse en duplicado y los resultados obtenidos no deben diferir de 0,005% (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 1983, p. 2).

2.2.2. Técnicas de campo

Se ha tomado al calostrómetro y al refractómetro de Brix como métodos indirectos para evaluar la calidad del calostro en campo (Elsohaby, McClure, Cameron, Heider, & Keefe, 2017, p. 1427)

Calostrómetro

El calostrómetro (Figura 1) es un instrumento especializado que permite tener una estimación de la concentración de inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino, se lo considerada como una prueba práctica, rápida y económica que permite determinar la calidad del calostro (alta, media o baja), sin embargo, el contenido de sólidos, grasas y las diferentes temperaturas pueden alterar en la lectura (Godden, 2008, p. 26).



Figura 1. Calostrómetro bovino. Tomada de: NEOGEN, s.f.

El calostrometro fue desarrollado a partir de una ecuación de regresión lineal basada únicamente sobre los componentes del calostro en relación a la gravedad específica del calostro fresco, y así conocer la cantidad de inmunoglobulinas G presentes (Tabla 3) (Fleenor & Stott, 1980, p. 975).

Tabla 3

Relación de la gravedad específica y la cantidad de inmunoglobulinas

Gravedad específica	Calidad	Cantidad de Ig (mg/ml)		
			1,051	62,55
			1,052	65,10
1,027		1,42	1,053	67,65
1,028		3,97	1,054	70,19
1,029		6,52	1,055	72,74
1,030		9,06	1,056	75,29
1,031	Pobre	11,61	1,057	77,84
1,032		14,16	1,058	80,38
1,033		16,70	1,059	82,93
1,034		19,25	1,060	85,48
1,035		21,80	1,061	88,02
1,036		24,35	1,062	90,57
1,037		26,89	1,063	93,12
1,038		29,44	1,064	95,67
1,039		31,99	1,065	98,21
1,040		34,53	1,066	100,76
1,041	Moderada	37,08	1,067	103,31
1,042		39,63	1,068	105,85
1,043		42,18	1,069	108,40
1,044		44,72	1,070	110,95
1,045		47,27	1,071	113,50
1,046		49,82	1,072	116,04
1,047		52,36	1,073	118,59
1,048	Excelente	54,91	1,074	121,14
1,049		57,46	1,075	123,68
1,050		60,01	1,076	126,62

Adaptada de: Fleenor & Stott, 1980, p. 976

Se llegó a determinar que una variación en la temperatura en el calostro bovino tiene un gran efecto sobre la lectura en la concentración de inmunoglobulinas del calostro bovino, se vio que difiere en 0,8mg/ml por cada grado centígrado de cambio en la temperatura, por lo que la medición de la gravedad específica por medio del calostrómetro debe realizarse a 20 °C (Mechor, Gröhn, & van Saun, 1991, p. 3941).

Se ha visto que si se realiza una lectura en el calostrómetro con una temperatura menor, se puede llegar a sobreestimar la calidad del calostro bovino (Mendoza et al., 2017, p. 7). Por lo que, si se realiza la medición a una temperatura diferente a 20 °C, la ecuación en relación a la gravedad específica a utilizar para determinar la cantidad de inmunoglobulinas será $Ig \text{ (mg/ml)} = 853 * (\text{Gravedad específica}) + 0,4(\text{Grados Celsius}) - 866$ (Mechor, Gröhn, Van Saun, McDowell, & Van Saun, 1992, p. 3135).

Refractómetro de Brix

El refractómetro Brix es una herramienta de fácil transporte que mide la cantidad de luz que es refractada al atravesar un líquido, se considera que mientras mayor es la cantidad de inmunoglobulinas presentes mayor es la refracción de la luz (Matamala, 2014, p. 14), es un método económico y rápido que requiere de una mínima capacitación para su uso (Quigley, Lago, Chapman, Erickson, & Polo, 2013, p. 1154).

El refractómetro Brix tiene una sensibilidad y especificidad aceptable en relación a las pruebas Gold estándar, permitiendo diferenciar entre un calostro de buena o mala calidad (Bielmann et al., 2010, p. 3720), esto permite estimar indirectamente el valor de inmunoglobulinas G presentes en el calostro bovino (Quigley et al., 2013, p. 1154).

Se llegó a determinar que en muestras de calostros de vacas raza Holstein, una lectura de 22° Brix corresponde a concentraciones de Inmunoglobulinas G

mayores a 50 mg/ml, mientras que en animales de raza Jersey una lectura de 18° Brix determinaría un calostro de buena calidad (Mendoza et al., 2017, p. 7).

Existen dos tipos de refractómetros en los que se realizan las mediciones del calostro bovino, tanto el refractómetro digital como el óptico son útiles para determinar la concentración de inmunoglobulinas G presentes, el refractómetro digital (Figura 2) determina la puntuación Brix al iluminar la muestra colocada en la superficie de muestreo y presenta la lectura en una escala digital (Bielmann et al., 2010, p. 3714)



Figura 2. Refractómetro digital. Tomada de: (AbaTec, s.f.)

Por otro lado, el refractómetro óptico (Figura 3) requiere que un individuo observe por medio del instrumento y determine el porcentaje de Brix de la muestra que se analiza, identificando una franja azul en la escala (Bielmann et al., 2010, p. 3714). La densidad de la muestra causa un efecto sobre la línea azul del refractómetro que indica el valor Brix, ya que se observa una franja azul borrosa poco definida en muestras menos densas, mientras que en muestras de calostros más densos la franja azul es más evidente y señala de forma más exacta los grados Brix (Silva, 2013, p. 25)



Figura 3. Refractómetro óptico. Tomada de: (TP- Laboratorio Químico, s.f.)

2.3. Métodos de conservación de calostro

El objetivo de los métodos de conservación de calostro es preservar el contenido nutricional e inmunológico de la mejor manera para poder ser utilizado posteriormente en la alimentación de terneras dentro de las ganaderías, por lo que se han buscado varias alternativas de almacenamiento como la congelación y la fermentación (Campos, Carrillo, Loaiza, & Giraldo, 2007, pp. 5-7).

2.3.1. Importancia de la conservación de calostro bovino

La producción de calostro en vacas lecheras, en un gran porcentaje de veces es superior a lo requerido para la alimentación de los terneros, por lo que, crear un banco de calostro con el excedente producido permitiría alimentar neonatos que no puedan tener un acceso oportuno al calostro de sus madres, como es en el caso de nacimientos múltiples o comportamiento materno inadecuado (Abd El-Fattah, Abd Rabo, El-Dieb, & Satar El-Kashef, 2014, p. 24) permitiendo que estos animales tengan acceso a inmunidad pasiva.

Dado que una vaca promedio en varios ordeños puede llegar a producir más de 30 litros de calostro total (Ybalmea, 2015, p. 142), el preservarlo permite que éste sea utilizado como sustituto de la leche en la alimentación de los terneros (Yu, Stone, & Wilson, 1976, p. 936). Una variedad de productos derivados de la

conservación de calostro han sido utilizados como suplementos o sustitutos del calostro para terneros recién nacidos y cerdos (Alexieva, Markova, & Nikolova, 2004, p. 73).

Según resultados obtenidos durante el desarrollo de una investigación en la cual se alimentó a terneras durante un periodo de 35 días (hasta el destete) demostró que no existe una variación significativa entre el peso de los animales alimentados con leche fresca y los alimentados con calostro fermentado (Yu et al., 1976, p. 937; Otterby, Johnson, & Polzin, 1976, p. 2003).

Con la conservación de calostro se toma en cuenta que existiría un ahorro importante por cada ternero, cuando la alimentación es reemplazada por calostro fermentado (Yu et al., 1976, p. 942), al mismo tiempo se ha visto un incremento del 30% en la producción total de leche debido a la utilización de la leche residual (Ybalmea, 2015, p. 142), y estos productos del calostro pueden ser utilizados para brindar una protección efectiva contra diferentes enfermedades (Alexieva et al., 2011, p. 73).

2.3.2. Congelación

Cuando la alimentación de las terneras dentro de la ganadería se realiza de forma artificial, es necesario almacenar el calostro bovino de buena calidad, para esto se debe medir la cantidad de inmunoglobulina presentes y realizar un examen visual que permita verificar que no exista la presencia de sangre, materia fecal o tierra (Mendoza et al., 2017, p. 8).

Se debe conservar en contenedores plásticos y en la cantidad diaria necesaria a administrar a los terneros (Foley & Otterby, 1978, p. 1037), para el almacenamiento de calostro bovino por congelación, se sugiere que sea individual por cada animal y que se rotule la fecha de obtención, número de animal y calidad presente (Mendoza et al., 2017, p. 8).

Mediante la congelación se ha visto que existe una disminución en el deterioro del calostro ya que se limita el crecimiento y metabolismo bacteriano, permitiendo así alargar la vida útil del mismo, por otra parte, la falta de infraestructura y de equipos necesarios para una correcta congelación y almacenamiento del calostro congelado, puede ser un factor limitante durante el desarrollo de este método de conservación (Borad & Singh, 2018, p. 206)

Se considera que con este método de conservación no existe alteración en la energía, proteína e inmunoglobulinas, sin embargo, puede verse alterada sino se realiza una correcta descongelación (Costa et al., 2017, p. 55). Este proceso permite que el calostro pueda conservarse hasta por un año siempre y cuando no haya descongelaciones de por medio (Mendoza et al., 2017, p. 8).

Para una correcta congelación del calostro se debe realizar entre los -18 a -20 grados centígrados, en recipientes estériles de 0,5 a 2 litros que permiten un manejo más factible (Aguirre, Mayayo, & Antón, 2011, p 49), mientras que el proceso de descongelamiento debe realizarse en baño María a una temperatura no mayor a 38 grados centígrados para evitar la desnaturalización de las proteínas del calostro, sin embargo, algunos autores hacen referencia que este proceso puede realizarse en un horno microondas sin mayor alteración de los componentes (Llumigusin, 2015, p. 16).

2.3.3. Fermentación

El calostro fermentado también conocido como silo de calostro o calostro agrio, se lo puede considerar como un método efectivo para el uso del calostro altamente nutritivo que no tiene ningún valor comercial (Yu et al., 1976, p. 936).

El excedente de calostro bovino de los tres primeros días posteriores al parto, debe ser almacenado en envases plásticos que hayan sido previamente higienizado con agua limpia y detergente neutro, el material utilizado para la

conservación debe ser de fácil limpieza (De Andrade, Anselmi, & Mendes, 2010, p. 1).

La temperatura de fermentación adecuada es de 15,5 °C a 26,6 °C, se debe evitar la presencia de oxígeno y no deber ser almacenado directamente a la luz solar, se debe tomar en cuenta que una fermentación por debajo de la temperatura antes dicha la fermentación del calostro seria lenta y por encima de está, la fermentación seria rápida obteniendo productos de la fermentación no deseados (Amaral-Phillips, Scharko, Johns, & Franklin, 2001, p. 4).

En el proceso de fermentación anaerobia existe una transformación de lactosa en ácido láctico, esto ocasiona una reducción en el pH del calostro y contribuye en la prevención del crecimiento de microorganismos no deseados, ayudando de esta forma en el ensilaje del calostro (Dias et al., 2012, p. 1817).

Los terneros recién nacidos deben ser alimentados por calostro fresco hasta las 24 horas de vidas, después de este momento para ser alimentados con silo de calostro como sustituto de leche se debe acostumbrar al animal como esta descrito en la Tabla 4.

Tabla 4

Suministro del calostro bovino fermentado.

	Silo+ agua	Leche fresca
Día 1	0.5 litros	1.5 litros
Día 2	1 litro	1 litro
Día 3	1.5 litros	0.5 litros
Día 4	2 litros	-

Adaptada de: Saalfeld, s.f

Se puede adicionar diferentes conservantes que permitan prolongar el estado de conservación del calostro y evitar productos indeseados de la fermentación, el calostro bovino toma de 10 a 14 días para fermentar y puede ser almacenado

por 14 a 30 días más. Para suministrar este calostro a los terneros debe ser diluidos con agua tibia a razón de 1 parte de agua tibia y 2 partes de calostro fermentado (Amaral-Phillips et al., 2001, p. 4).

El uso de aditivos químicos durante la fermentación como el ácido fórmico, acético, propiónico y formaldehído se recomiendan en climas cálidos, ésta adición debe realizarse el momento que se inicia el almacenamiento de calostro en vista que el empleo de estos aditivos evita el desarrollo de olores desagradables y el agitar diariamente la mezcla permite que exista una fermentación y un producto final más homogéneo (Foley & Otterby, 1978, p. 1039).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Delimitación geográfica

El presente estudio de investigación se realizó bajo la modalidad de revisión sistemática, la información fue obtenida de la base de datos de aquellos estudios que fueron realizados en el continente americano desde el 1 de enero del 2010 hasta el 31 de diciembre de 2019.

3.2. Selección de base de datos

Para la revisión sistemática del presente estudio se llevó a cabo la búsqueda de información en 2 bases de datos bibliográfica digitales.

- Science Direct: plataforma digital líder de literatura que cuenta con millones de publicaciones pertenecientes a una amplia gama de investigaciones interdisciplinarias (artículos de revistas, capítulos de libros), la información que aquí se encuentra es detallada, relevante y revisada por pares (ELSEVIER, 2020).
- Google académico: proporciona información académica amplia, permite conseguir información de artículos científicos, revistas indexadas, libros, artículos de editoriales académicas, tesis de repositorios en línea y universidades (Google, s.f.).

Durante la búsqueda y recopilación de datos se obtuvieron 31756 artículos científicos de las bases de datos, para recopilar la información necesaria se buscó que ésta sea proveniente de artículos de estudios experimentales que cuenten con resultados sobre los métodos de conservación de calostro bovino y sus efectos sobre la composición físico-química en países del continente americano, estas investigaciones fueron publicadas desde el 01 de enero del 2010 hasta el 31 de diciembre de 2019.

3.3. Materiales

- Computadora
- Bases de datos bibliográficas (Science Direct y Google Scholar)
- Diagrama de flujo (Método PRISMA)
- Microsoft Excel
- Mendeley

3.4. Metodología

3.4.1. Búsqueda

La revisión sistemática se realizó en artículos científicos que hablen acerca de los métodos de conservación y el efecto de estos sobre los componentes físico-químicos del calostro bovino. La búsqueda de literatura se realizó en dos bases de datos (Science Direct y Google Scholar), para esto se utilizaron los operadores booleanos AND y OR, así como diferentes términos de búsqueda (Tabla 5), se especificó que sean documentos que hayan sido publicados desde el 01 de enero del 2010 hasta el 31 de enero del 2019.

Tabla 5

Términos y operadores booleanos utilizados en la búsqueda de información

Términos de búsqueda	
Conservación de calostro bovino	(Preservation OR preserved) AND (colostrum) AND (bovine OR cow Or dairy OR cattle)
Fermentación de calostro bovino	Conservación AND calostro AND bovino (Silo OR silagem OR silage) AND (coloostro)

	(Fermented OR sour OR silage) AND (colostrum) AND (bovine OR cow OR dairy OR cattle)
	Fermentación AND calostro AND bovino
Congelación de calostro bovino	(Frozen OR froze OR congelation) AND (colostrum) AND (bovine OR cow OR dairy OR cattle)
	Congelación AND calostro AND bovino

3.4.2. Selección de estudios

Por medio del diagrama de flujo (Figura 4) se pretende reducir el número de artículos, hasta obtener aquellos que contengan información relevante acerca del efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino.

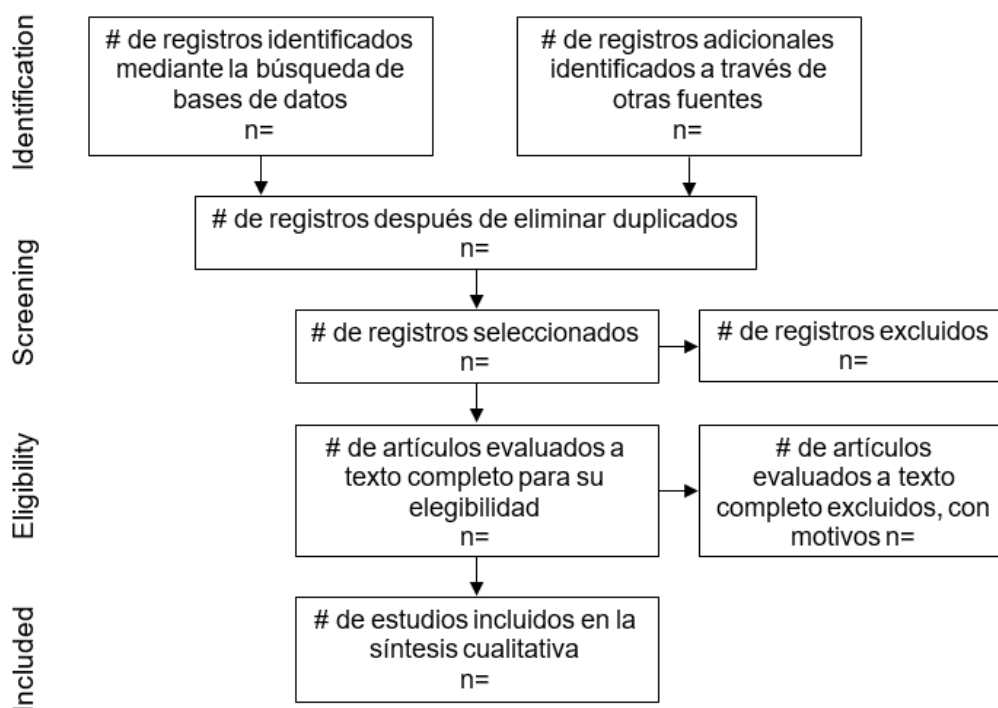


Figura 4. Diagrama de Flujo. Adaptada de: (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009, p. 3)

Para filtrar la información obtenida de la búsqueda de los artículos se utilizó una hoja de Microsoft Excel, lugar en el cual se ingresó manualmente todos los resultados de búsqueda obtenidos de las dos bases de datos, permitiendo de esta manera descartar aquellos artículos duplicados, posterior a esto, con una lectura rápida del título y del resumen del artículo se procedió a retirar aquellos documentos que en su texto mencionaban a alguno de los criterios de exclusión.

Con los artículos restantes se procedió a una segunda selección de los artículos por medio de un análisis crítico por medio de una lectura completa de todo el documento lo que nos permitió evaluar si existe o no una descripción de los resultados de la composición del calostro bovino posterior a ser sometido al método de conservación, así como también si son o no incluidos para el desarrollo del trabajo de investigación.

Posterior a esto se clasificó a los artículos que serán incluidos en el estudio de acuerdo al método de conservación (fermentación o congelación)

3.4.2.1. Criterios de inclusión

- Artículos científicos que hayan sido publicados a partir del año 2010
- Artículos científicos sobre métodos de conservación de calostro bovino
- Información procedente de países que se encuentren en el continente americano
- Información procedente de investigaciones experimentales
- Artículos científicos que cuenten con resultados acerca de los métodos de conservación sobre el calostro bovino

3.4.2.2. Criterios de exclusión

- Artículos científicos publicados antes del año 2010

- Artículos científicos sobre los métodos de conservación de calostro de cualquier otro animal que no sea bovino
- Información procedente de países que se encuentren fuera del continente americano.
- Información procedente de revisiones sistemáticas o literarias, libros, resúmenes de conferencias.

3.4.3. Extracción y presentación de resultados

La información relevante de los artículos se extrajo con ayuda de una hoja de Microsoft Excel, se realizó tablas de resúmenes que brinda evidencia de los resultados a los que llegaron los autores de una forma fácil y sistematizada. Por otro lado los resultados se presentan de forma resumida y organizada (Grupo de Investigación AECPAL, s.f) a manera de párrafos que permitan entender y explicar los resultados obtenidos acerca de los métodos de conservación de calostro bovino

3.5. Análisis crítico

Se realizó un análisis crítico de los artículos científicos que hacían referencia a los métodos de conservación de calostro bovino, se tomó en cuenta ciertos aspectos como la valoración inicial de la composición físico o química del calostro bovino previo al ser sometido a uno de los métodos de conservación sea este la fermentación o congelación, los artículos evaluados especifican el tiempo durante el cual la muestra de calostro estuvo dentro del estudio, tienen un análisis final de la muestra de calostro y por último presentan resultados sobre el efecto del método de conservación las muestras estudiadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagrama de flujo del prisma

La búsqueda de los artículos se realizó el 11 de mayo de 2020, siguiendo los términos y operadores booleanos (Tabla 6), dentro de los parámetros de búsqueda se han seleccionado publicaciones a partir del 01 de enero de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2019, que se encuentren en idioma español, inglés y portugués.

Tabla 6

Número de artículos encontrados en las bases de datos según los terminos y operadores booleanos.

	Términos de búsqueda	# de artículos
Conservación de calostro bovino	(Preservation OR preserved) AND (colostrum) AND (bovine OR cow OR dairy OR cattle)	Science Direct: 796 Google Scholar: 6760
	Conservación AND calostro AND bovino	Science Direct: 0 Google Scholar: 1970
Fermentación de calostro bovino	(Silo OR silagem OR silage) AND (colostrum)	Science Direct: 0 Google Scholar: 1020
	(Fermented OR sour OR silage) AND (colostrum) AND (bovine OR cow OR dairy OR cattle)	Science Direct: 1071 Google Scholar: 7540
	Fermentación AND calostro AND bovino	Science Direct: 0 Google Scholar: 1270
Congelación de calostro bovino	(Frozen OR froze OR congelation) AND (colostrum) AND (bovine OR cow OR dairy OR cattle)	Science Direct: 1179 Google Scholar: 9060
	Congelación AND calostro AND bovino	Science Direct: 0 Google Scholar: 1090
	Total	Science Direct: 3046

Se recopiló un número total de 31756 artículos científicos provenientes de las dos bases de datos, siendo el mayor número de resultados de búsqueda procedentes de Google Scholar (90,41%) (Figura 5)

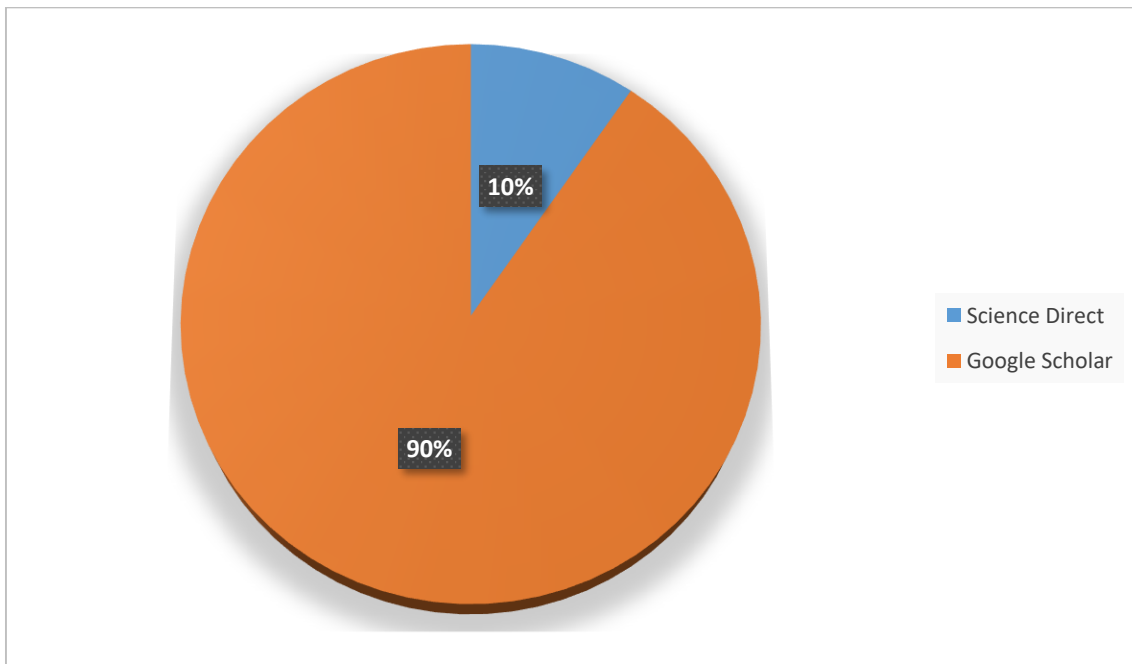


Figura 5. Porcentaje de artículos obtenidos en relación al número total de resultados de búsqueda

El diagrama de flujo PRISMA (Figura 6) describe la dinámica de selección de los artículos que permitieron obtener la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

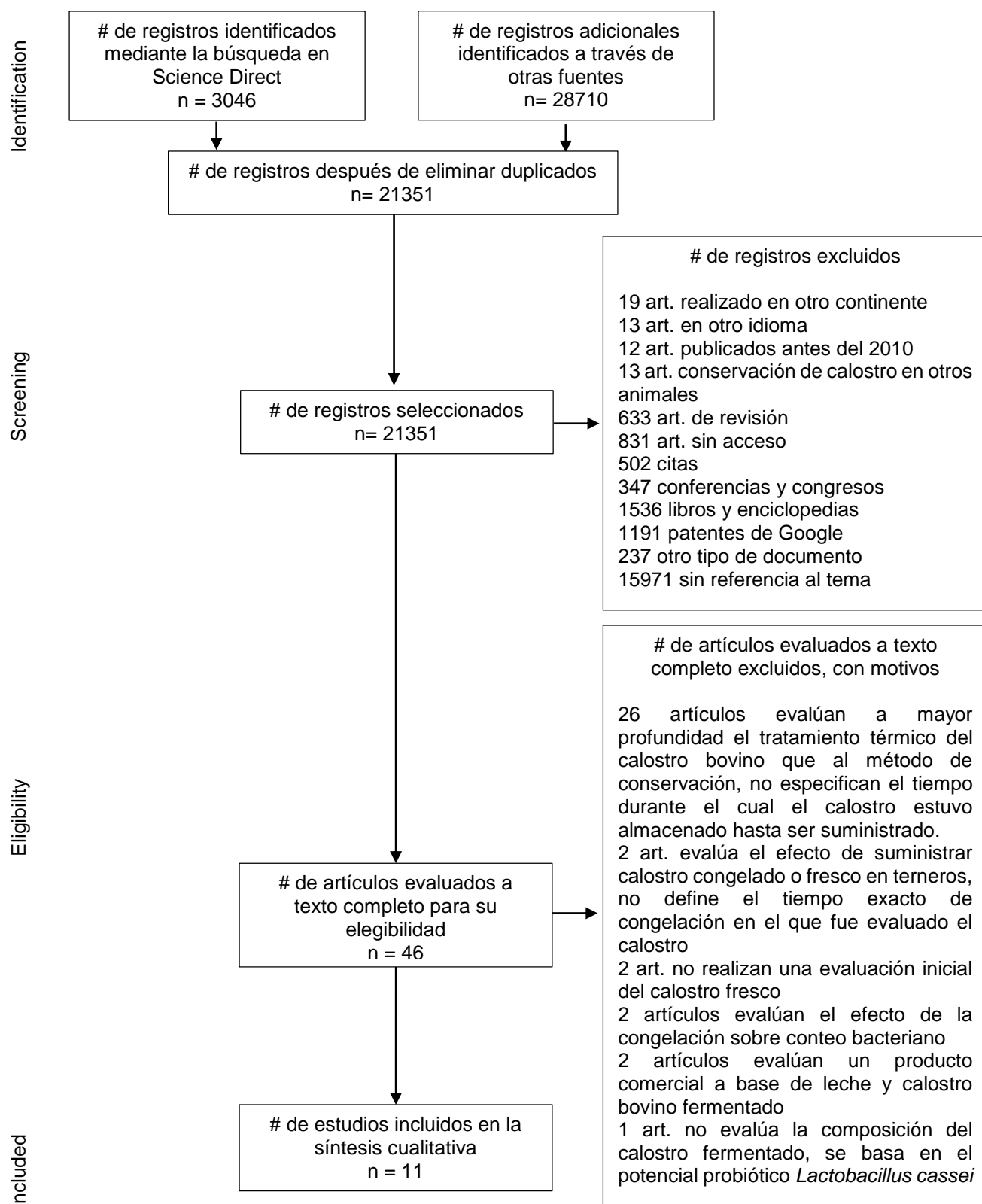


Figura 6. Dinámica de selección de artículos mediante el diagrama de flujo PRISMA.

Del número total de artículos ($n = 31756$) se excluyeron 10405 documentos que se encontraron duplicados entre las dos bases de datos y los diferentes términos de búsqueda (32,77%) quedando un total de 21351 artículos únicos (Figura 7).

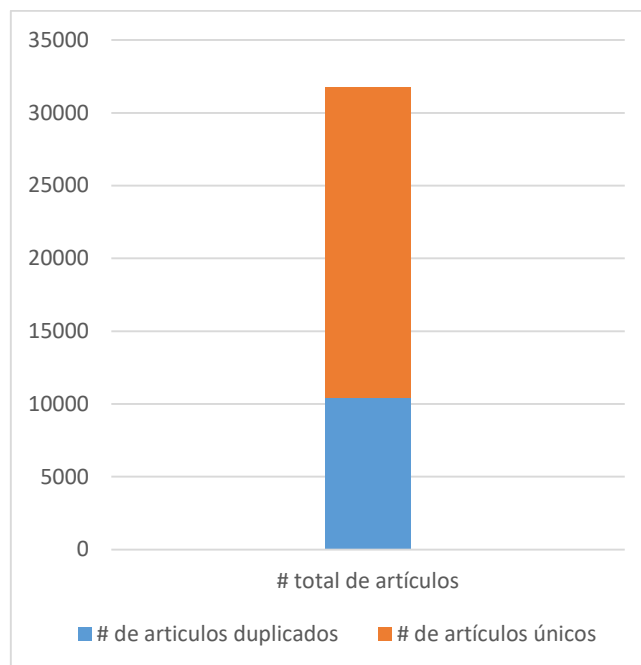


Figura 7. Número de artículos encontrados

Se descartó el 24.83% de artículos ya que no se tomó en cuenta investigaciones en idiomas diferentes al inglés, español o portugués, realizadas en años anteriores al 2010, documentos que sean revisiones sistemáticas, resúmenes de conferencias, información proveniente de libros y enciclopedias, patentes y citas de Google Scholar y otros tipos de artículos (short communication, resumen interpretativo, debates, etc.) que no brindaban información para el desarrollo de la investigación; también se descartaron aquellos artículos a los que no se pudo acceder, dejando por fuera un número total de 5302 artículos (Figura 8).

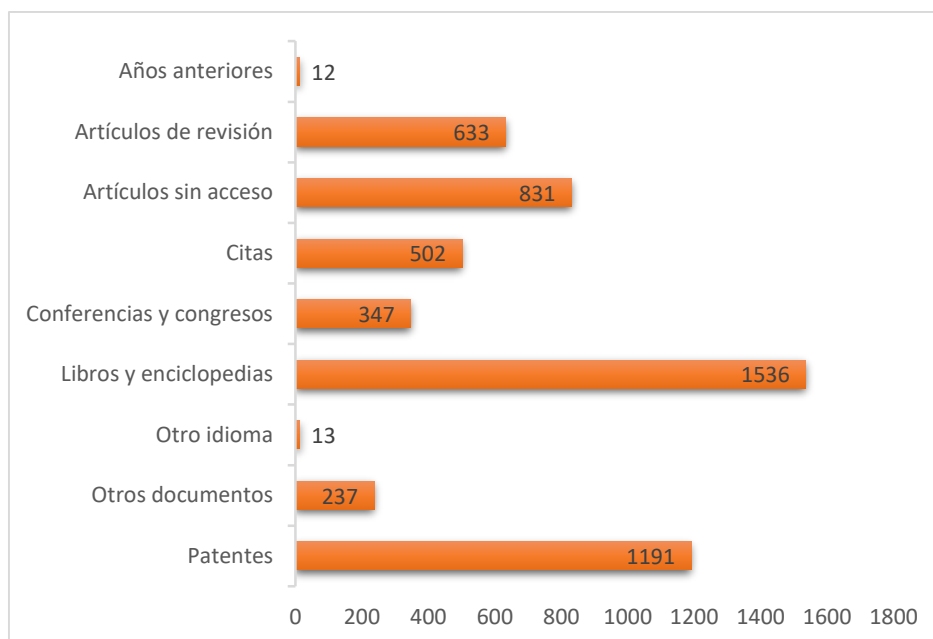


Figura 8. Representación gráfica del número de artículos eliminados.

De 16049 artículos se realizó una lectura superficial del tema y del resumen, lo que permitió descartar el 99,71% de artículos debido a que no tenían ninguna relación con el tema ($n=15971$), eran investigaciones sobre los métodos de conservación de calostro bovino desarrollados en países fuera del continente americano ($n=19$) o hacían referencia a muestras de calostro de otros animales ($n=13$). Dejando un total de 46 artículos para la valoración completa del documento.

Con aquellos documentos que hacían referencia a métodos de conservación de calostro bovino ($n=46$), se procedió a realizar una segunda selección evaluando todo el documento, se tomaron en cuenta únicamente aquellos artículos en los que se realizó un análisis inicial de la composición físico o química del calostro bovino previo al ser sometido a uno de los métodos de conservación sea este la fermentación o congelación, los artículos determinan el tiempo durante el cual la muestra de calostro estuvo dentro del estudio, tienen un análisis final de la muestra de calostro y presentan evidencia sobre el efecto del método de conservación en las muestras estudiadas, quedando así con un total de 11 artículos que serán incluidos en la discusión.

4.2. Discusión

Después de haber realizado la búsqueda y selección de documentos con información de los efectos de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino se obtuvieron 11 artículos que cumplieron con los criterios necesarios para ser incluidos en esta revisión sistemática, de éstos artículos 2 hablan sobre el efecto de la congelación en el calostro, mientras que los 9 restantes hacen referencia a la fermentación como método de conservación.

4.2.1. Congelación

Del trabajo realizado por Llumigusin (2015) sobre el efecto de la congelación como método de conservación del calostro bovino en cuanto a la preservación de inmunoglobulinas A, el autor pudo evidenciar que en el desarrollo de su estudio en las muestras analizadas al día 45 aún se pudo obtener niveles altos de IgA igual a 30,22 mg/ml, siendo su valor inicial promedio de 37,20 mg/ml.

Morrill, Robertson, Spring, Robinson, & Tyler (2015) al evaluar ciclos de congelación-descongelación sobre el calostro bovino, relacionando sus medias entre sí mediante la correlación de SAS (Software de Análisis Estadístico), observó que los valores de inmunoglobulinas obtenidos en las muestras frescas (72,91 mg/ml) y después de 7 días (75.38 mg/ml) de almacenamiento fueron similares ($p \leq 0,05$), sin embargo las muestras al ser sometidas a un segundo periodo de congelación-descongelación ocasionó que exista una disminución en el nivel de inmunoglobulinas a 67,20 mg/ml.

4.2.2. Fermentación

Al evaluar las características organolépticas del calostro bovino fermentado durante el desarrollo de su investigación Saalfeld y otros (2011) observaron que

se obtuvo un producto de color amarillento, agradable, con sabor ácido salado y con el olor característico de un producto lácteo.

Ferreira, Silva, De Paula, Soares, & Bittar (2013), observó que en el calostro almacenado a mayor temperatura existió una separación visual en capas notorias donde se apreciaba la precipitación de los sólidos en el fondo de la botella seguido por una capa de suero la cual separa a la grasa en la parte superior del envase en el primer día, mientras que a menor temperatura esta división de componentes apareció entre los 7 y 14 días.

En cuanto al nivel de inmunoglobulinas presentes en el silo de calostro bovino Saalfeld, y otros (2014) al almacenar el calostro bovino durante 12 meses, observaron mediante densidad óptica, que los valores obtenidos del silo de calostro bovino y el calostro natural no difieren, ya que se obtuvieron valores de 2.485 y 2.613 respectivamente, por lo que sugieren que este método de conservación mantiene los niveles de inmunoglobulinas necesarios para transmitir inmunidad pasiva a los neonatos, del mismo modo Carlson & Muller (1977) al evaluar el calostro bovino naturalmente fermentado y congelado determinó que no hubo diferencias durante el tiempo de conservación en la concentración de inmunoglobulinas presentes.

Saalfeld, y otros (2011; 2013) mencionan que, durante el tiempo de estudio (60 días) de fermentación anaerobia sobre el calostro bovino, al evaluar la cantidad de proteína, materia seca, humedad, grasa y minerales, mediante ANOVA se evidenció que los valores del calostro inicial con los encontrados a lo largo del desarrollo del estudio se mantienen constantes como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Valores nutricionales encontrados después de 60 días de fermentación.

	Día 0		Día 60	
	A	B	A	B
Proteína %	13,39	14,4	13,24	14,2

Materia Seca %	22,4		17,5
Cenizas %	2,61	2,2	1,75
Humedad %	77,70		82,46
Grasa	6,1		5,5

Nota: A= Estudio realizado por Saalfeld, y otros, 2011; B= Estudio realizado por Saalfeed, y otros, 2013.

Adaptada de: por Saalfeld et al., 2011; Saalfeed et al, 2013.

Ferreira y otros (2013) al almacenar el calostro bovino del segundo y tercer ordeño, llegó a la conclusión que a mayor temperatura de almacenamiento mayor velocidad e intensidad de degradación de los principales nutrientes del calostro como es el caso de la caseína y de la lactosa. Los resultados (Tabla 8) se compararon mediante la prueba estadística de Tuckey.

Tabla 8

Efecto térmico sobre la caseína y la lactosa del calostro bovino.

	Día 0	32,5 °C	22,5 °C	17,4-21,5 °C
Caseína % (Nitrógeno total)	43,5	17,11	37,84	35,63
Lactosa	5,5	2,6	3,8	3,39

Nota: Día 0 hace referencia al día de recolección de la muestra e inicio del almacenamiento

Adaptada de: Ferreira et al., 2013

Batista, Moreira, Oliveira, Rosa, & Neto (2016) concluyó que a pesar de que existen factores como la raza que causan una variación en los componentes nutricionales del calostro bovino, no existe un efecto de variación en la fermentación del calostro de bovinos lecheros Girolando y Jersey, sin embargo, al tener un calostro inicial con mayor cantidad de nutrientes se obtiene un silo de calostro más nutritivo.

Gomide (2017) reporta que existe una variación significativa del valor pH entre la muestra de calostro al día 0 (pH 6,36) con las muestras almacenadas a los días 7 (pH 4,61), 14 (pH 4,55), 21 (4,59). Según los resultados presentados por Ferreira (2011) los cambios de pH (Día 0 = 6,13) ocurren de forma más acentuada durante los primeros días de almacenamiento, obteniendo el valor más bajo entre los 14 a 21 días (pH 3,95), seguido de un mantenimiento constante del valor de pH con un ligero incremento en el día 56. Por otro lado, Saalfeld y otros (2011) mencionan que, como resultado de la fermentación anaerobia del calostro bovino se obtiene una reducción considerable del pH a partir del cuarto día de fermentación, información que sería corroborada en un estudio realizado dos años más tarde al obtener datos similares de pH a los 7, 14, 21,30 y 60 días de fermentación en los dos estudios (Tabla 9).

Tabla 9

Variación de pH

	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 30	Día 60
2011	6,5	4,3	4,3	4,3	4,1	4,0
2013	6,5	4,3	4,2	4,1	4,0	4,0

Adaptado de: Saalfeld et al., 2011; Saalfeed et al., 2013

Ferreira y otros (2013) añaden que la variación de pH está relacionada con la temperatura a la que fueron sometidas las muestras durante la fermentación, a mayor temperatura de almacenamiento una disminución en el valor de pH en menor tiempo ya que al someter muestras de un único grupo de calostro a varias temperaturas obtuvo que el pH que disminuyó más rápidamente fue en aquellas muestras con temperatura de 32,5 °C.

Se debe agregar que en el estudio realizado por Ferreira (2011) se observó que durante la fermentación existe un aumento significativo de la concentración de ácido láctico, variación que está relacionada directamente con el valor de la acidez titulable e inversamente con el valor de pH; resultados similares obtuvieron Saalfeld y otros (2011; 2013) y Batista y otros (2016) en el que

observaron una reducción considerable en el porcentaje de lactosa y la relación inversa entre el pH y el ácido láctico. De Faria Furtado, Vilela, Botelho, & Cardoso (2019) infieren que el aumento en la concentración de la acidez titulable y el ácido láctico, así como la disminución del pH se debe a que hubo multiplicación microbiana y consecuente fermentación

En relación con lo antes descrito de Azevedo y otros (2014) señalan que el ácido láctico que conduce a la caída del pH se debe por la transformación de la lactosa. Ferreira (2011) expresa que la lactosa es uno de los componentes que experimenta más cambios durante el proceso de fermentación debido al consumo de carbohidratos (especialmente lactosa) por bacterias ácido lácticas ocasionando una reducción en el pH; El autor evidencia la dinámica del contenido de lactosa del calostro bovino durante el proceso de fermentación y observó que la lactosa es consumida casi en su totalidad por microorganismos ya que se obtuvieron valores cercanos a cero después de 56 días de fermentación. Desde el punto de vista de Saalfeed y otros (2013) la disminución en el porcentaje de lactosa puede deberse a que es utilizada por *Lactobacillus* spp. convirtiéndola en ácido láctico y ocasionando que después de 60 días de fermentación no se detecte en el producto final.

Una serie de estudios han llegado a la conclusión que la disminución del pH durante la fermentación permite una buena conservación de calostro bovino en vista que se reduce el crecimiento de microorganismos indeseables como enterobacterias, levaduras y mohos (Ferreira, 2011; Saalfeld y otros, 2011; Saalfeed y otros, 2013; De Azevedo y otros, 2014). El descenso de pH a 4.0 permitiría inhibir el crecimiento bacteriano patógeno durante el tiempo de almacenaje del calostro (Saalfeld y otros, 2011).

De Azevedo y otros (2014) señalan que tener un contenido bajo de lactosa en el calostro bovino, puede comprometer el crecimiento de bacterias lácticas deseables que promueven una fermentación adecuada, por lo que la investigación llevada a cabo por De Faria Furtado y otros (2019) tuvo como

objetivo evaluar la calidad del silo de calostro bovino producido cuando se añaden diferentes cantidades de sacarosa como sustrato para las bacterias ácido lácticas, sin embargo como resultado del estudio se observó que todas las muestras tuvieron una conservación adecuada y que no existieron diferencias significativas de proteína, pH y acidez entre los tratamientos (sin adición de sacarosa, sacarosa al 1%, 2% y al 3%) durante el periodo de fermentación.

Algo que se debe considerar durante el proceso de conservación de calostro bovino mediante la fermentación anaerobia son las pérdidas que se generan durante su almacenamiento, como resultado del estudio experimental realizado por Gomide (2017) el 46.4% de las muestras de ensilaje que permanecieron durante 28 días tuvieron un mal proceso de fermentación, estas muestras presentaban acumulación de gas y una tonalidad oscura. Un resultado similar obtuvo de Azevedo, y otros (2014) que, durante un periodo de 18 meses de almacenamiento en los contenedores que presentaron una fermentación inadecuada se pudo apreciar dilatación de los envases por la alta producción de gas, así como un olor repulsivo.

Se ha descrito que existen varios factores que no permiten una correcta fermentación durante el almacenamiento del calostro bovino, uno de los factores que intervienen es la temperatura ambiente del lugar en el que se realizó el proceso de fermentación, Gomide (2017) menciona que el momento en el que hubo mayor número de pérdidas (67,3%) durante el almacenamiento se dio cuando la temperatura del lugar oscilaba entre 11,7 a 31,5 °C, teniendo en cuenta esto Foley & Otterby (1978) recomiendan que el almacenamiento del calostro se realice a una temperatura ambiente inferior a 25 °C para así evitar putrefacción del calostro fermentado. Contrariamente a lo que se ha dicho anteriormente, Saalfeld y otros (2011) consideran que durante el desarrollo de su estudio el calostro almacenado de 21 días a 18 meses presentaron un adecuado olor, apariencia y palatabilidad a pesar de haber sido almacenado a una temperatura que se encontraba entre 2 °C a 35 °C.

Según Saalfeld (2008) tener un rango ideal de pH (3,55 a 4,39) del silo de calostro bovino indica que ocurrió un adecuado proceso de fermentación del material almacenado. De Azevedo (2014) registró que el promedio de pH de las muestras con mala fermentación fue de 4.57 ± 0.19 , mientras que en las muestras que tuvieron características físicas y sensoriales adecuadas fue de $3,91 \pm 0,11$.

Otro factor que al parecer aumenta la posibilidad de mala fermentación es el tiempo post-parto de recolección del producto, De Azevedo y otros (2014) dan a conocer que uno de los resultados obtenidos es el porcentaje de pérdida en relación al momento de recolección del calostro, durante el estudio se pudo evidenciar que la mayor cantidad de pérdida (90.48%) fue en aquellos recipientes que contenían calostro del segundo y tercer ordeño post-parto y que este porcentaje va disminuyendo mientras mayor sea el tiempo post-parto de recolección del contenido para la fermentación.

4.3. Limitantes

Este estudio se propuso con el objetivo de recopilar analizar y evaluar la información existente de los efectos de la congelación y la fermentación como métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino, sin embargo, la falta de desarrollo de investigaciones experimentales en el continente americano en los últimos 10 años sobre la congelación y el efecto de este en el calostro, dificultó conseguir datos relevantes que permitieran un mayor entendimiento del tema.

La falta de información sobre los métodos de conservación y manejo de bancos de calostro que provenga de diferentes países del continente americano impide evaluar el efecto de diversas condiciones ambientales sobre la composición físico-química del calostro bovino, así como el conocer el manejo del excedente de calostro bovino en las diferentes regiones.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La congelación y fermentación anaerobia del calostro bovino no causa alteraciones significativas del nivel de inmunoglobulinas iniciales presentes, lo que permite que estas sean transferidas como inmunidad pasiva a los terneros neonatos.

El calostro bovino mediante fermentación anaerobia puede ser almacenado durante largos periodos sin sufrir cambios significativos en su composición nutricional inicial (excepto por la caseína y lactosa).

El silo de calostro puede ser considerado un buen sustituto de la leche cuando es recolectado y conservado adecuadamente ya que al ser administrado a los neonatos cumple con las necesidades nutricionales.

Durante el proceso de fermentación anaerobia del calostro bovino no se requiere de infraestructura costosa, ni de insumos elaborados, volviéndolo una forma económica de almacenar el exceso de calostro bovino mientras que para la congelación el productor necesitará de refrigeradores que mantengan una temperatura constante (-20 °C) ocasionando aumento en los costos de producción.

Diversos factores afectan directamente en el producto final de la fermentación anaerobia del calostro bovino, como la tempera ambiente de almacenamiento (a mayor temperatura mayor porcentaje de descarte), el tiempo post-parto de recolección del contenido para la fermentación y el valor del pH durante el proceso de fermentación (pH menor 4,0 permite una mejore fermentación y una disminución del crecimiento bacteriano patógeno).

La relación existente entre el valor de pH, el porcentaje de ácido láctico, la acidez titulable, la concentración de lactosa, así como las bacterias ácido lácticas son las responsables del proceso de fermentación.

La mayor cantidad de investigaciones realizadas sobre los métodos de conservación fue proveniente de Brasil, el 81,81% de la información recopilada para la realización de este trabajo de titulación proviene de esta región.

Existe desconocimiento de los métodos, así como de las ventajas de la conservación de calostro bovino por parte de los pequeños productores, ocasionando el desperdicio de un producto sin valor comercial que puede ser utilizado en la alimentación de terneras.

Un congelador de uso doméstico se encuentra entre los -18 a -20 grados centígrados se puede realizar la conservación del calostro bovino sin la necesidad de adquirir un congelador especial, sin embargo, se debe tomar en cuenta las fluctuaciones de temperatura que puedan existir para evitar pérdidas innecesarias de la calidad nutricional.

5.2. Recomendaciones

Se necesitan investigaciones adicionales de las ganaderías ecuatorianas que nos otorgue información real acerca de cuál es el manejo en el calostro antes de ser suministrado a los neonatos, cómo se maneja la alimentación de las terneras y de que se realiza con el excedente de calostro bovino dentro de las haciendas.

Se debería realizar extensión rural en el Ecuador con la información proveniente de estudios realizados sobre manejo y conservación de calostro bovino, lo que permitiría que tanto pequeños como grandes productores encuentren una alternativa de alimentación para sus animales permitiéndoles de esta manera comercializar el excedente de leche y sacar el mejor provecho de un producto que es muy poco valorado por el mercado nacional.

Los futuros estudios deberían concentrar sus esfuerzos en realizar investigaciones experimentales sobre los métodos de conservación en el calostro bovino en las haciendas ganaderas del Ecuador, información que permitirá valorar la realidad del almacenar el calostro en nuestro territorio bajo diversas condiciones ambientales.

Se recomienda para futuras investigaciones comparar experimentalmente en el Ecuador, el efecto que tiene la congelación vs la fermentación sobre los componentes inmunológicos del calostro bovino con información que nos permita comparar entre ambos métodos y poder determinar cuál de estos ocasionan una menor variación en la composición del calostro bovino inicial, del mismo modo, esta investigación permitiría evaluar y comparar los costos de almacenamiento en cada método además de brindar un panorama más claro de lo necesario para implementar bancos de calostro bovino en las ganaderías ecuatorianas.

Sería importante evaluar la variación de otros componentes nutricionales presentes en el calostro durante los procesos de almacenamiento, se refleja además la necesidad de buscar si existen otros métodos de conservación de calostro y de cuáles son las ventajas y desventajas de su uso.

Próximos estudios podrían evaluar la carga bacteriana inicial presente en el calostro bovino y cuál es la dinámica de crecimiento microbiológico durante la conservación de calostro ya sea por fermentación anaerobia o congelación.

Se sugiere también estudios sobre el suministro de calostro bovino fermentado a los neonatos para poder evaluar la aceptabilidad de los animales por el producto final, por otro lado, se podría evaluar diferentes tipos de aditivos que permitan comparar la palatabilidad sobre las muestras.

REFERENCIAS

- AbaTec. (s.f.). Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <https://www.abatec.com.mx/refractometro-digital-para-calostro-palcolostrum/>
- Abd El-Fattah, A., Abd Rabo, F., El-Dieb, S., & Satar El-Kashef, H. (2014). Preservation methods of buffalo and bovine colostrum as a source of bioactive components. *International Dairy Journal*, 39, 24-27. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idair>
- Aguirre, E., Mayayo, F., & Antón, R. (2011). *El calostro. Guía práctica para un correcto encalostrado de los terneros (Spanish Edition)* (2.^a ed.). Zaragoza, España: Servet.
- Alexieva, B., Markova, T., & Nikolova, E. (2004). Bovine Colostrum – The Promising Nutraceutical. *Czech Journal of Food Science*, 22, 73-79. doi:10.17221/3409-CJFS
- Amaral-Phillips, D., Scharko, P., Johns, J., & Franklin, S. (2001). *College of Agriculture, Food and Environment*. Recuperado el 21 de 04 de 2020, de https://afs.ca.uky.edu/files/feeding_and_managing_baby_calves_from_birth_to_3_months_of_age.pdf
- Arizala, J., & Olivera, M. (2007). FISIOLÓGIA DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN BOVINOS: involución de la glándula mamaria, lactogénesis, galactopoyesis y eyección de la leche. En *Buenas Prácticas de Producción de Leche* (págs. 143-151). Medellín: Biogénesis.
- Atarés, L. (2011). *ETSIAMN. Universitat Politècnica de València*. Recuperado el 03 de Mayo de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12655/11.%20Art%3%ADculo%20docente.%20Determinaci%3%B3n%20de%20la%20densidad%20de%20un%20l%3%ADquido%20con%20el%20m%3%A9todo%20del%20picn%3%B3metro.pdf?sequence=1>
- Batista, G., Moreira, P., Oliveira, L., Rosa, C., & Neto, A. (2016). *SCIENTIFIC ELECTRONIC ARCHIVES*. Obtenido de

http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=222&path%5B%5D=pdf_85

- Baumrucker, C., Burkett, A., Magliaro-Macrina, A., & Dechow, C. (2010). Colostrogenesis: mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of dairy science*, 93, 3031-3038. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2963>
- Baumrucker, C., Dechow, C., Macrina, A., Gross, J., & Bruckmaier, R. (2016). Mammary immunoglobulin transfer rates following prepartum milking. *Journal of Dairy Science*, 99, 9254-9262. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11370>
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N., Skidmore, A., Godden, S., & Leslie, K. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93, 3713-3721. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>
- Borad, S., & Singh, A. (2018). Colostrum immunoglobulins: Processing, preservation and application aspects. *International Dairy Journal*, 201-210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.05.016>
- Campos, R., Carrillo, F., Loaiza, V., & Giraldo, L. (2007). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 03 de Mayo de 2020, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5055/1/romulocamposgaona.20072.pdf>
- Carlson, S., & Muller, D. (1977). Compositional and Metabolic Evaluation of Colostrum Preserved by Four Methods During Warm Ambient Temperatures ~. *Journal of Dairy Science*, 566-571.
- Costa, J., Novo, S., Baccili, C., Sobreira, N., Hurley, D., & Gomes, V. (2017). Innate immune response in neonate Holstein heifer calves fed. *Veterinary Science*, 115, 54-60. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.008>
- De Andrade, E., Anselmi, R., & Mendes, C. (28 de Outubro de 2010). Silagem de Colostró: alternativa sustentável para a bovinocultura leiteira. *Sul Brasil Rural*, págs. 1-4.
- De Azevedo, R., Guimarães, F., Viegas, C., de Almeida, P., Geraseev, V., Pinto, M., . . . Duarte, E. (2014). Silagem de colostro: riscos microbiológicos e

- caracterização do pH em função do dia de coleta. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 271-276.
- De Faria Furtado, L., Vilela, H., Botelho, L., & Cardoso, M. (2019). SILAGEM DE COLOSTRO BOVINO PRODUZIDA COM ADIÇÃO DE SACAROSE. *Revista do COMEIA*, 72-81.
- Dias, P., Borges, I., Alves, L., Silva, V., Silva, N., & Sa, H. (2012). Silagem de colostro na alimentação de ruminantes. *Nutri-Time*, 1816-1820.
- Elizondo, J. (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 271-281.
- ELSEVIER. (2020). *Science Direct*. Recuperado el 3 de Abril de 2020, de <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect>
- Elsohaby, I., McClure, J., Cameron, M., Heider, L., & Keefe, G. (2017). Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers? *Journal of Dairy Science*, 100, 1427-1435. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11824>
- Ferreira, L. (03 de Octubre de 2011). *The Digital Library of Theses and Dissertations of the University of São Paulo*. Obtenido de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-19102011-142638/en.php>
- Ferreira, L., Silva, J., De Paula, M., Soares, M., & Bittar, C. (2013). Colostrum silage: fermentative, microbiological and nutritional dynamics of colostrum fermented under anaerobic conditions at different temperatures. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 395-401.
- Fleenor, W., & Stott, G. (1980). Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *Journal of Dairy Science*, 63, 973-977. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)
- Fleenor, W., & Stott, G. (1981). Single Radial Immunodiffusion Analysis for Quantitation of Colostral Immunoglobulin Concentration. *Journal of Dairy Science*, 64, 740-747. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82642-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82642-2)

- Foley, J., & Otterby, D. (1978). Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review. *Journal of Dairy Science*, 61, 1033-1060. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83686-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8)
- Foley, J., Hunter, A., & Otterby, D. (1978). Absorption of Colostral Proteins by Newborn Calves Fed Unfermented, Fermented, or Buffered Colostrum. *Journal of Dairy Science*, 61, 1450-1456. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83748-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83748-5)
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (s.f.). *ETSIAMN. Universitat Politècnica de València*. Recuperado el 03 de Mayo de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30627/Grasa%20leche-%202013.pdf>
- Godden, S. (2008). Colostrum Management for Dairy Calves. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 24, 19-39. doi:Godden, S. (2008). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S., Lombard, J., & Woolums, A. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 35, 535-556. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Gomide, I. (29 de Septiembre de 2017). *Universidade Federal de Uberlândia*. Recuperado el 04 de junio de 2020, de <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22952>
- Google. (s.f.). *Google Scholar*. Recuperado el 04 de Mayo de 2020, de <https://scholar.google.com/intl/es/scholar/about.html>
- Grupo de Investigación AECPAL. (s.f.). Recuperado el 03 de Abril de 2020, de <http://www.secpal.com/Documentos/Blog/Gu%C3%ADa%20Revisi%C3%B3n%20Sistem%C3%A1tica.pdf>
- Guy, M., McFadden, T., Cockrell, D., & Besser, T. (1994). Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 3002-3007. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77241-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77241-6)
- Harris, D. (2007). *Análisis químico cuantitativo*. Barcelona: Reverté.
- Hill, R., & Wyse, G. (2006). *Fisiología Animal*. Madrid: Médica Panamericana.

- Hutjens, M. (2003). *Guía de Alimentación: Segunda Edición*. Hoard's Dairyman Books.
- Kehoe, S., Jayarao, B., & Heinrichs, A. (2007). A survey colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal Science Direct*, 4108-4116.
- Llumigusin, C. (2015). *Repositorio Digital*. Obtenido de Universidad Técnica del Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2809>
- Marnila, P., & Korhonen, H. (2011). Milk | Colostrum. En *Encyclopedia of Dairy Sciences* (págs. 591-597). Elsevier.
- Matamala, N. (2014). *Universidad de Chile*. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131831/Evaluaci%C3%B3n-en-terreno-de-la-calidad-del-calostro-en-vacas-de-lecher%C3%ADas-de-alta-producci%C3%B3n%2C-medido-a-trav%C3%A9s-de-dos-m%C3%A9todos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maunsell, F. (2014). Cow Factors That Influence Colostrum Quality. *Western Canadian Dairy Seminar Advance in Dairy Technology*, 113-124. Obtenido de https://wcds.ualberta.ca/wcds/wp-content/uploads/sites/57/wcds_archive/Archive/2014/Manuscripts/p%2013%20-%20124%20Maunsell.pdf
- McGrath, B., Fox, P., McSweeney, P., & Kelly, A. (2015). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, 96, 133-158. doi:<https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- McGuirk, S., & Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *The Veterinary clinics of North America*, 20, 593-603. doi:10.1016/j.cvfa.2004.06.005
- Mechor, G., Grohn, Y., & Van Saun, R. (1991). Effect of temperature on colostrometer readings for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 74, 3940-3943. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78587-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78587-1)
- Mechor, G., Gröhn, Y., Van Saun, R., McDowell, L., & Van Saun, R. (1992). Specific Gravity of Bovine Colostrum Immunoglobulins as Affected by

- Temperature and Colostrum Components. *Journal of Dairy Science*, 75, 3131-3135. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78076-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78076-X)
- Mendoza, A., Caffarena, D., Fariña, S., Morales, T., & Giannitti, F. (2017). Manejo del calostrado en el ternero recién nacido. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay*, 5-10.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & The PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS MEDICINE*, 1-6. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosmedicine/article/file?id=10.1371/journal.pmed.1000097&type=printable>
- Morrill, K., Robertson, K., Spring, M., Robinson, A., & Tyler, H. (2015). Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze–thaw cycles on evaluating colostrum quality. *Journal of Dairy Science*, 595-601.
- Murray, P., Rosenthal, K., & Pfaller, M. (2017). *Microbiología médica*. España: Elsevier.
- NEOGEN. (s.f.). Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <https://animalsafety.neogen.com/sp/ideal-colostrometer-colostrum-scale>
- Otterby, D., Johnson, D., & Polzin, H. (1976). Fermented Colostrum or Milk Replacer for Growing Calves. *Journal of Dairy Science*, 59, 2001-2004. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(76\)84474-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(76)84474-8)
- Puppel, K., Grodkowski, M., Grodkowski, G., Slószarz, J., Kunowska-Slószarz, M., Solarczyk, P., . . . Przysucha, T. (2019). Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. *Animals : an open access journal from MDPI*, 1-14. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6940821/>
- Quigley, J., & Drewry, J. (1998). Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and post calving. *Journal Dairy Science*, 81, 2779-2790. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)
- Quigley, J., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in

- bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96, 1148-1155.
doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
- Saafeld, M., Pereira, D., Borchardt, J., Sturbelle, R., Rosa, M., Guedes, M., . . . Leite, F. (2014). Evaluation of the transfer of immunoglobulin from colostrum anaerobic fermentation (colostrum silage) to newborn calves. *Animal Science Journal*, 1-5.
- Saalfeld, M., Pereira, D., Silveira, K., Schramm, R., Valente, J., Borchardt, J., . . . Leite, F. (2013). Anaerobically fermented colostrum: an alternative for feeding calves. *Ciência Rural*, 1636-1641.
- Saalfeld, M. (s.f.). *Silagem de colostro: Substituto de leite na alimentação de Vitelas Leiteitas*. Recuperado el 27 de Enero de 2020, de http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Artigo_Mara_Saalfeld2.pdf
- Saalfeld, M., Pereira, D., Silveira, K., Schramm, R., Valente, J., Gularte, M., & Leite, F. (2011). Milk is for Children, Colostrum silage is for calves. *Nature Proceedings*, 1-6.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1973). *NTE INEN 12*. Quito. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0012.1973/page/n11/mode/2up>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1983). *NTE INEN 11*. Quito. Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/11.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1983). *NTE INEN 13*. Quito. Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/13.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 16*. Quito. Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/nte-inen-16-2.pdf>
- Silva, S. (2013). *Universidad Austral de Chile*. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fal925c/doc/fal925c.pdf>
- Synbiosis. (s.f.). *Synbiosis a division of the synoptics group*. Recuperado el 03 de Mayo de 2020, de <https://www.synbiosis.com/application-notes/single-radial-immunodiffusion/>
- Tizard, I. (2018). *Inmunología Veterinaria*. Barcelona: Elsevier Health Sciences.

- Töpel, A. (2017). QUIOS SAS. Recuperado el 05 de Mayo de 2020, de <http://www.quios.com.co/wp-content/uploads/2017/07/BUTIROMETRO-PARA-LECHE-FT.pdf>
- TP- Laboratorio Químico. (s.f.). Recuperado el 28 de Abril de 2020, de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/refractometro.html>
- Urroz, C. (1991). *Elementos de Anatomía y Fisiología Animal*. San José: EUNED.
- Valdivia, A., Ortiz, M., Martínez, R., & Quezada, T. (1996). La transferencia de inmunidad pasiva a los becerros recién nacidos mediante calostro congelado. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 2-8.
- Ybalmea, R. (2015). Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49, 141-152.
- Yu, Y., Stone, J., & Wilson, M. (1976). Fermented Bovine Colostrum for Holstein Replacement Calf Rearing. *Journal of Dairy Science*, 59, 936-943. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(76\)84301-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(76)84301-9)

