



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Fallas en la transferencia de inmunidad
pasiva en terneros de la finca “Los Nogales” y
“Las Mercedes”, Managua, 2024**

Autores

Br. Acevedo Acuña Edward Alonso
Br. Casco Jirón Rufino Manuel

Asesores

Ing. Josué Daniel Rocha Espinoza MSc
Ing. Wendell Antonio Mejía Tinoco MSc

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2024



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Fallas en la transferencia de inmunidad
pasiva en terneros de la finca “Los Nogales” y
“Las Mercedes”, Managua, 2024**

Autores

Br. Acevedo Acuña Edward Alonso

Br. Casco Jirón Rufino Manuel

Asesores

Ing. Josué Daniel Rocha Espinoza M.Sc

Ing. Wendell Antonio Mejía Tinoco M.Sc

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado
de Médico Veterinario en grado de licenciatura

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección específica Ciencia animal como requisito final para optar al título profesional de:

Licenciatura en medicina veterinaria

Miembros del Comité Evaluador

M.Sc. Miguel Henríquez
Presidente

MV. Raúl Ruiz López
Secretario

MV. Regina Cuadra
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 17 de Julio del 2025

DEDICATORIA

A Dios, quien, con su gracia y amor, hizo posible la culminación de este importante capítulo.

A mis padres Agustina del Rosario Acuña González y José Alonso Acevedo Montenegro esta meta es un reflejo de su dedicación y perseverancia.

A mi hermana Fátima Berenice Acevedo Acuña: tu apoyo incondicional, siempre firme y constante.

Edward Alonso Acevedo Acuña

A Dios, por brindarme la vida, fortaleza y sabiduría para poder culminar esta etapa en mi desarrollo como profesional.

A mi madre, Lisseth Asunción Jirón García por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme con ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis hermanas, Fanny Noelia Casco Jirón y Katherine Lisseth Casco Jirón por estar siempre presente.

A mi mamita, Elvira García Romero por sus consejos y su apoyo incondicional.

Y a mí mismo, por no rendirme, por luchar cada día, y por demostrarme que los sueños sí se cumplen con disciplina y dedicación.

Rufino Manuel Casco Jirón

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme terminar una nueva etapa en mi vida. A mis padres por ser un pilar fundamental (Agustina del Rosario Acuña González y José Alonso Acevedo Montenegro) Por acompañarme en cada paso, sin dudar. A mi hermana (Fátima Berenice Acevedo Acuña) por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y lo más importante por su generosidad y compromiso fueron, sin duda, la contribución más significativa a mi formación.

A mis asesores el Ingeniero Josué Daniel Rocha Espinoza y el Ingeniero Wendell Antonio Mejía Tinoco por ser una pieza clave en la realización de esta investigación. Gracias por la dedicación minuciosa a la revisión de este documento, por esa asesoría que nos guiaba, y por extendernos la mano justo cuando lo necesitábamos.

Al Dr. Rafael Arauz, mi agradecimiento por permitirnos el uso de sus instalaciones y animales, gesto que fue determinante para llevar a cabo esta investigación. Su apoyo y colaboración representaron un aporte invaluable para el cumplimiento de los objetivos de este estudio.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por ser más que una institución; fue un espacio de crecimiento, aprendizaje y oportunidades que hoy me permiten cumplir mis metas.

Por último, agradezco a mis compañeros de clase e internado quienes se convirtieron en hermanos a lo largo de esta aventura académica. Su apoyo, risas y la complicidad en cada desafío hicieron que el camino fuera inolvidable.

Edward Alonso Acevedo Acuña

A dios, por darme la dicha de poder terminar esta etapa en mi vida. A mi madre, Lisseth Asunción Jirón García mi ejemplo de amor, fortaleza y entrega incondicional. Gracias por tu sacrificio diario, por cada palabra de aliento, por tus oraciones y por enseñarme con tu vida el valor de luchar sin rendirse. Este logro también es tuyo.

A mis hermanas, Katherine Lisseth Casco Jirón y Fanny Noelia Casco Jirón, gracias por estar siempre ahí, por sus consejos y su apoyo incondicional.

A mi abuelita, sabiduría y ternura en una sola persona. Gracias por tu cariño inmenso, por tus palabras llenas de fe y por ser un pilar silencioso pero poderoso en mi vida. Tu presencia ha sido una bendición constante en este camino.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis asesores de tesis, Ing. Josué Daniel Rocha Espinoza M.Sc y el Ing. Wendell Antonio Mejía Tinoco M.Sc, quienes fueron una guía fundamental a lo largo de este proceso académico. Su acompañamiento, conocimientos y valiosas observaciones enriquecieron significativamente el desarrollo de este trabajo.

Agradezco grandemente al Dr. Rafael Ángel Arauz Martínez, por abrirme las puertas de su propiedad y brindarme todas las facilidades necesarias para la realización de mi trabajo de tesis. Su apoyo disposición y confianza fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Rufino Manuel Casco Jirón

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1 Calostro	3
3.1.1 Importancia del calostro	3
3.1.2 Composición del calostro	4
3.1.3 Síntesis del calostro	5
3.1.4 Digestión del calostro	5
3.1.5 Calidad del calostro	6
3.2 Aparato digestivo del ternero	7
3.3 Transferencia de inmunidad pasiva	7
3.3.1 Fallas en la transferencia de inmunidad pasiva	8
3.4 Diagnóstico de FTIP	9
3.4.1 Métodos directos	9
3.4.2 Métodos indirectos	10
IV MATERIALES Y MÉTODOS	13

4.1	Tipo de estudio	13
4.2	Tamaño y población de muestra	13
4.3	Ubicación del área de estudio	13
4.3.1	Ganadería Los Nogales	13
4.3.2	Finca las Mercedes	13
4.4	Definición, selección y operacionalización de variables	14
4.5	Procedimiento de recolección de muestras y ensayo	15
4.6	Análisis Estadístico	16
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
VI	CONCLUSIONES	26
VII	LITERATURA CITADA	27
VIII.	ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Operacionalización de las variables	14

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Valores contenidos en el calostrómetro para su interpretación, Managua, 2024.	7
2. Calidad del calostro según la edad de las vacas muestreadas en la finca las Mercedes y Los Nogales, Managua 2024	17
3. Calidad del calostro según el número de partos de las vacas de las fincas las Mercedes y los Nogales, Managua, 2024	18
4. Calidad del calostro por categoría de inmunidad de muestras obtenidas en finca Las Mercedes y Los Nogales, Managua, 2024	19
5. Transferencia de inmunidad pasiva por categoría, Managua, 2024	21
6. Nivel de inmunidad obtenida en terneros de la finca Las Mercedes y Los Nogales, Managua, 2024	23

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO	PÁGINA
1. Recolección de muestra de calostro	33
2. Muestra de calostro obtenida	33
3. Suministro de calostro a ternero	33
4. Regulación de temperatura	33
5. Lectura de la cantidad de IgG	33
6. Ilustración de la calidad del calostro	33
7. Recolección de muestra sanguínea	34
8. separación del suero sanguíneo	34
9. Resultado de prueba de glutaraldehído	34
10. Procedimiento de prueba de glutaraldehído	34
11. Refractómetro	34
12. Lectura de prueba de reflectometría	34
13. Ganadería los Nogales	35
14. Hacienda las Mercedes	35
15. Ficha de recolección de datos	35

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las fincas Las Mercedes y Los Nogales, ubicadas en Managua y Jinotega, Nicaragua, con el objetivo de evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (TIP) en terneros recién nacidos y su posible relación con la calidad del calostro materno. Fue un estudio no experimental y de corte transversal, que incluyó todos los terneros nacidos entre septiembre de 2024 y marzo de 2025 que consumieron calostro dentro de las primeras 24 horas de vida. La calidad del calostro se evaluó mediante calostrometría, y la TIP se midió por refractometría sérica y la prueba de coagulación con glutaraldehído. También se consideraron variables maternas como la edad y el número de partos. El 85.71 % de las muestras de calostro fueron clasificadas como calidad superior. Las vacas mayores de cinco años y con más de dos partos presentaron concentraciones más altas de Ig. Los terneros con nivel de inmunidad considerado adecuado mostraron una mediana de 6.3 g/dl de proteínas séricas en la finca Las Mercedes y de 6.0 g/dl en Los Nogales, con valores extremos de hasta 8.5 g/dl. Además, los tiempos de coagulación en la prueba de glutaraldehído fueron inferiores a 200 segundos en terneros con transferencia inmunológica adecuada, mientras que aquellos con deficiencias superaron los 1000 segundos. Estas diferencias estuvieron asociadas tanto a la calidad del calostro como a las prácticas de manejo entre fincas. Se concluye que por cada parto la inmunidad aumenta y hay una mejor transferencia, por otro lado a mayor edad de la madre la inmunidad transferida disminuye.

Palabras clave: *Inmunidad pasiva, calostro, terneros, inmunoglobulinas, transferencia de anticuerpos, calidad del calostro, FTIP.*

ABSTRACT

This study was conducted at Las Mercedes and Los Nogales farms, located in Managua and Jinotega, Nicaragua, with the aim of evaluating passive immunity transfer (PIT) in newborn calves and its possible relationship with maternal colostrum quality. It was a non-experimental, cross-sectional study that included all calves born between September 2024 and March 2025 that consumed colostrum within the first 24 hours after birth. Colostrum quality was assessed using colostrometry, while PIT was measured through serum refractometry and the glutaraldehyde coagulation test. Maternal variables such as age and number of calving's were also considered. A total of 85.71% of colostrum samples were classified as high quality. Cows older than five years and with more than two calving's produced colostrum with higher Ig concentrations. Calves with an adequate level of immunity showed a median serum protein level of 6.3 g/dl at Las Mercedes and 6.0 g/dl at Los Nogales, with maximum values reaching up to 8.5 g/dl. Furthermore, coagulation times in the glutaraldehyde test were under 200 seconds in calves with adequate immunity transfer, while those with deficiencies exceeded 1000 seconds. These differences were associated with both colostrum quality and farm management practices. The findings underscore the importance of ensuring high-quality colostrum administered in a timely manner, along with proper hygiene protocols and staff training, to achieve effective passive immunity transfer, protect calf health, and improve survival rates. It is concluded that with each additional calving, immunity increases and passive transfer improves; however, as the mother's age increases, the transferred immunity tends to decrease.

Keywords: Passive immunity, colostrum, calves, immunoglobulins, antibody transfer, colostrum quality, FTIP

I. INTRODUCCIÓN

Según Asqui Centeno, 2023:

Al nacer, el sistema inmunológico de un ternero es todavía inmaduro y no puede producir suficientes inmunoglobulinas (Ig) para luchar contra infecciones. Además, la forma en que está estructurada la placenta bovina impide que las Ig séricas de la madre se transfieran al feto antes de que nazca. Como resultado, los terneros nacen sin una inmunidad humoral (anticuerpos) adecuada y depende casi por completo de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas maternas que se encuentran en el calostro (p. 7).

Espinoza *et al.*, 2019:

La falla en la transferencia pasiva de inmunidad (FTPI) en terneros neonatos representa una preocupación significativa en la producción ganadera, ya que se asocia directamente con la generación de pérdidas económicas sustanciales. Estas pérdidas se derivan principalmente del aumento de la morbilidad (enfermedad) y la mortalidad en los animales jóvenes (p. 120).

Vargas *et al* (2014) menciona que “Una inmunidad adecuada requiere una concentración de Igs en suero sanguíneo durante los primeros días de vida, de al menos 50 g/L, o de una concentración de proteína sérica total (PST) igual o superior a 5,5 g/dl” (p. 68).

Giraldo y Almanza, (2023) menciona que “Desafortunadamente, muchos productores continúan incurriendo en pérdidas significativas asociadas con Fallas en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP). El mal manejo del calostro es uno de los factores clave que contribuyen a estas pérdidas excesivas” (p.1).

González-Quintero *et al.* (2020), indica que “la tasa de mortalidad en crías en los sistemas de producción bovina desde los extractivos a los sistemas intensivos en Colombia oscila entre el 4% al 11% de mortalidad”.

El propósito del presente trabajo es evaluar la transferencia de inmunidad pasiva y su posible vínculo con la calidad del calostro en terneros nacidos en las fincas La Mercedes y Los Nogales.

Se busca comprender cómo la calidad del calostro afecta la capacidad de los terneros para adquirir una inmunidad adecuada a través de la transferencia de anticuerpos maternos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar la transferencia de Inmunidad pasiva y su posible vínculo con la calidad del calostro en terneros nacidos en la finca Las Mercedes, y Los Nogales en el periodo de septiembre 2024 a marzo 2025.

2.2 Específicos

- 1.- Valorar, mediante calostrometría, la calidad del calostro de bovinos de las fincas, Las Mercedes y Los Nogales en el periodo septiembre de 2024 a marzo de 2025.
- 2.- Determinar las fallas en la transferencia de Inmunidad pasiva (FTIP), mediante la aplicación de pruebas cualitativas de concentraciones de inmunoglobulinas séricas de refractometría y aglutinación con glutaraldehído al 10%
- 3.- Asociar las variables de la edad de la madre y número de partos con la variable de calidad del calostro para determinar su posible influencia a través de análisis de asociación cualitativa

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Calostro

Según Giraldo y Almanza, (2023) “Es la primera secreción láctea generada por la glándula mamaria después del parto y es especialmente rico en Igs o anticuerpos, los cuáles proveen a la cría su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida” (p.6).

Saleski *et al.*, (2017) menciona que “Las características de este producto se mantienen en los primeros ordeños, normalmente entre primer al octavo ordeño. Las secreciones posteriores y hasta que la leche se torne completamente normal (entera) se conocen como leche de transición” (p.6).

Giraldo y Almanza, (2023) afirman que “Diversos estudios han confirmado, que el color (amarillo-crema), la consistencia (color-miel), o la textura (espesa) no son indicadores de la calidad del calostro, ya que estas características están relacionadas con algunos componentes del calostro tales como grasa y minerales” (p.7).

3.1.1 Importancia del calostro

Sobre la importancia del calostro Salas y Rodríguez (2015, pág. 1) describen que:

- El calostro es el primer alimento que deben consumir los terneros, y tiene tres funciones básicas: protección del recién nacido durante los primeros días de vida frente a las posibles infecciones, gracias a su contenido de inmunoglobulinas (Igs), Aporte de energía para combatir la hipotermia, debido a su alto valor energético y facilitar el tránsito intestinal, gracias a su elevado contenido en sales de magnesio con acción laxante, lo cual ayuda a la ternera a expulsar el meconio (materia fecal fetal).
- Los terneros recién nacidos nacen desprovistos de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo, es decir, nacen sin anticuerpos, lo cual hace que tengan baja resistencia a las enfermedades. Esto se debe a que los bovinos poseen una placenta de tipo epiteliocorial, lo cual impide totalmente el paso de Igs desde la madre hacia el feto, lo que hace que los recién nacidos de

los bovinos sean completamente dependientes de los anticuerpos recibidos a través del calostro.

- Al obtener un calostro de buena calidad y en la cantidad requerida por la ternera, se puede reducir la mortalidad de los animales, lo cual aún es un problema latente en muchas explotaciones pecuarias del país. Los terneros desprovistos de calostro o los que absorben cantidades inadecuadas de Igs, son más susceptibles a padecer infecciones provocadas por bacterias como septicemia, enteritis, y enterotoxemia.

3.1.2 Composición del calostro

Freitas Cota, (2018) indica que “El calostro está formado por elementos de la sangre y las secreciones lácteas, siendo los principales constituyentes las inmunoglobulinas, los leucocitos maternos, los factores de crecimiento, las hormonas, las citoquinas, los factores antimicrobianos y los nutrientes” (p. 4).

Según Zuluaga Perez y Contreras Villalba, (2014) afirman que:

El calostro además de contener un alto porcentaje de agua, energía, proteína, vitaminas y minerales, también, posee factores de crecimiento, inmunoglobulinas, elementos protectores de la mucosa del intestino (aglutininas, interferón, interleukinas), el calostro produce un recubrimiento con lactoferrina en la pared interna del intestino, debido a sus propiedades antimicrobianas protege de bacterias patógenas externas que entren al conducto intestinal, favoreciendo el desarrollo de una flora intestinal beneficiosa (p. 20).

Según Saleski, (2017):

En el calostro bovino normalmente hay tres tipos de inmunoglobulinas: IgG (85- 90%), IgM (7%) e IgA (5%), en cuanto su concentración total contiene entre 50 a 150 mg/ml de Inmunoglobulinas. Algunos de los demás componentes son: leucocitos maternos, neutrófilos, citoquinas; hormonas, etc. (p. 5).

3.1.3 Síntesis del calostro

Sobre la síntesis del calostro en terneros Giraldo y Almanza, (2023) indican que: “El calostro se forma durante la última etapa de la gestación, cuando las células de las glándulas mamarias se están proliferando y diferenciándose en preparación para la lactancia; este proceso se llama calostrogénesis, que resulta en la secreción de calostro”. (p.9).

Guzmán y Olivera (2020) afirman que: “Durante la lactogénesis, la glándula mamaria produce el calostro materno aproximadamente desde la tercera semana antes del parto” (p. 20). También describe que el ingreso de células inmunes como los macrófagos (presentes en la glándula mamaria) al calostro se da por diapédesis entre las uniones estrechas de las células epiteliales de la glándula” (P,21)

Según Tello y Zedeño, (2015):

Las Igs son transportadas desde la sangre de la madre hacia la glándula mamaria. Por esta razón, la concentración de IgG en el suero de la madre disminuye precipitadamente entre 2 y 3 semanas antes del parto y las IgM e IgA son sintetizadas en la glándula mamaria (p. 2).

3.1.4 Digestion del calostro

Acerca de la digestion del calostro la Universidad de Minesota Extension (2021) indica que:

El calostro y la leche son dirigidos de manera muy específica en el sistema digestivo de los terneros recién nacidos. Esto se logra gracias a la gotera esofágica, un reflejo que se activa durante la succión (ya sea al mamar de la madre o al beber de un cubo). Este reflejo provoca que la gotera se cierre, formando una estructura similar a un tubo.

Como resultado de esta acción, la leche o el calostro ingerido no pasa por el rumen ni por el retículo, sino que fluye directamente al abomaso. Este desvío es fundamental porque el rumen y el retículo de los terneros aún no están completamente desarrollados ni funcionales al nacer. De esta manera, el abomaso, que es el "estómago verdadero" y el único compartimento funcional en esta etapa, puede digerir eficientemente los nutrientes vitales presentes en el calostro y la leche.

Sobre la digestión del calostro Guzmán y Olivera, (2020) mencionan que:

- “La renina secretada en el abomaso del neonato convierte a la caseína soluble, una de las proteínas de mayor tamaño y abundancia del calostro, en una red de paracaseinato cálcico retiene los glóbulos grasos y se coagula en pocos minutos” (p.23).
- Este coágulo se retrae rápidamente y se segregan otros sustratos que componen el suero del calostro, en este caso similares a los del suero de la leche. Como consecuencia, la caseína se retiene en el estómago del recién nacido más tiempo que el resto de las proteínas del suero (p.23).
- “En el abomaso el calostro se divide en dos fracciones: el coágulo formado por caseínas y grasa y el suero formado por lactosa y minerales y otras proteínas de la leche, como inmunoglobulinas y lactoglobulinas” (p.24).
- El suero, rico en IgG, pasa rápidamente del estómago al intestino delgado sin degradar; no se usa como fuente de alimento debido a la baja actividad proteolítica y a la presencia de un inhibidor de tripsina, que es 100 veces mayor en el calostro que en leche (p.25).

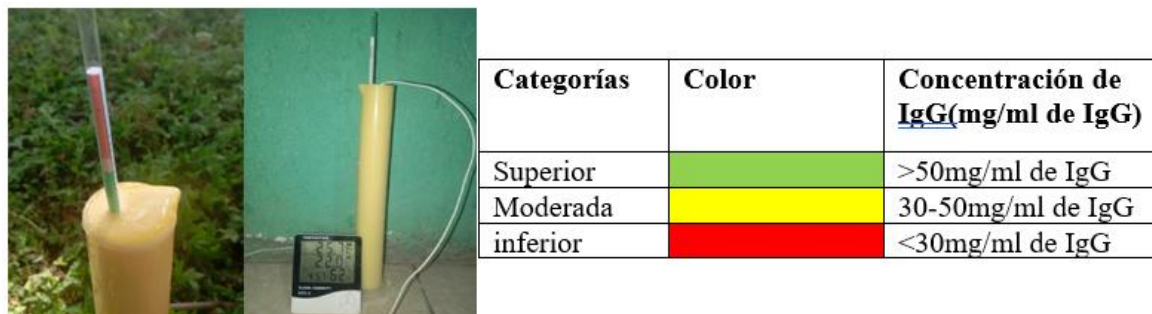
3.1.5 Calidad del calostro

calostrometría

Según Perez Zuluaga, (2014):

Fleenor y Stott en (1980) desarrollaron un calostrómetro, el cual incorpora la relación entre la gravedad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas (mg/ml). El calostrómetro está calibrado en intervalos de 5 mg/ml y lo clasifica en pobre (rojo) para concentraciones menores a 22 mg/ml, moderado (amarillo) para concentraciones entre 22 y 50 mg/ml y excelente (verde) para concentraciones mayores a 50 mg/ml (p. 21).

Figura 1. Valores contenidos en el calostrómetro para su interpretación, Managua, 2024



3.2 Aparato digestivo del ternero

Lopez Rivero, (2016) afirma que:

El aparato digestivo de los rumiantes al nacer funciona muy parecido al de los monogástricos debido a que el rumen tiene un desarrollo muy rudimentario. El agrandamiento del estómago anterior ocurre con rapidez luego del nacimiento, pero la tasa de crecimiento depende del tipo de dieta (p.16).

Según Lopez y Lanza, (2019): “La transición de lactante a rumiante implica para el ternero una serie de pasos adaptativos. Estos van a incluir cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos” (p. 16).

3.3 Transferencia de inmunidad pasiva

Duerr y Davison (2022) afirman que:

La transferencia de inmunoglobulinas desde la madre al neonato, conocida como Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP), es un proceso de vital importancia para proteger a las crías de enfermedades infecciosas. En especies como los bovinos, donde no hay transferencia de inmunoglobulinas a través de la placenta, los recién nacidos dependen por completo de la ingestión y absorción de anticuerpos del calostro materno.

Elizondo (2015) indica que:

Existen cuatro factores que contribuyen a una exitosa transferencia de inmunidad pasiva: suministrar calostro con una alta concentración de Igs (>50 g/l), ofrecer un adecuado volumen de calostro, brindarlo en las primeras dos horas de vida, y minimizar la contaminación bacterial del mismo (p.204).

Elizondo, (2015) afirma que:

Determinar la concentración de proteína sérica total (PST) por medio de refractometría, es una de las formas más prácticas a nivel de campo para determinar aquellos animales con una FTIP, ya que los mayores constituyentes de las proteínas séricas totales en los primeros días de vida del animal son las Igs provenientes del calostro. (p.205).

3.3.1 Fallas en la transferencia de inmunidad pasiva

Giraldo y Almanza, (2023) describen que:

Una adquisición de inmunidad pasiva inadecuada puede ocurrir cuando el recién nacido se ve imposibilitado de absorber una cantidad satisfactoria de Igs. Esta condición, conocida como falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), ha sido relacionada con una serie de consecuencias negativas en los parámetros productivos del animal (p.18).

Según Pérez (2020), “la falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) en terneros se diagnostica con base en concentraciones específicas de inmunoglobulinas G (IgG) o de proteína sérica total (PST)” (p. 12).

Se considera que un ternero padece FTIP si: La concentración de IgG en suero es menor de 1.000 mg/dL (equivalente a 10mg/mL). Los niveles de proteína sérica total (PST) en suero son inferiores a 5.2g/dL. Estos valores son críticos para determinar si el ternero ha absorbido una cantidad suficiente de anticuerpos del calostro, lo cual es esencial para su protección contra enfermedades (p. 12).

3.4 Diagnóstico de FTIP

3.4.1 Métodos directos

ensayo de inmunodifusión radial o radio inmunodifusión (IDR)

Rey Sanchez y Velasquez Fierro, (2017) describen que:

Es la técnica de referencia. Además de conocer concentración de inmunoglobulinas, permite reconocer clases y subclases de Inmunoglobulinas; la desventaja es el tiempo de lectura, que se realiza a las 48-72 horas, el test RID es un medio para cuantificar la inmunoglobulina G (IgG) en la especie equina, y es especialmente útil en potros recién nacidos para el diagnóstico de Falla de Transferencia Pasiva y FPT Parcial (p. 18).

Según Blanco Chacon, Rivero Cardoso, y Semper Manera, (2021):

Es una técnica que insume alto tiempo y costo para la determinación. Las muestras son aplicadas a los pocillos cortados en un gel de agarosa con anticuerpo con IgG bovino. Durante la incubación, la muestra se difunde a través del gel, y la IgG se une con el anticuerpo específico para IgG, formando un anillo de precipitación (p. 15).

ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA)

Según Castrillon Rodriguez, (2020):

La inmunoabsorción enzimática (ELISA, de la sigla en inglés de *Enzyme Linked Immunoabsorbent Assay*), es una prueba que se basa esencialmente en una reacción antígeno 20 anticuerpo, en la que la concentración de anticuerpos se determina por la reacción de color de un anticuerpo marcado con enzimas fluorescentes. La evaluación se suele realizar fotométricamente. La prueba ELISA se puede dividir en diferentes variantes: directa, indirecta y competitiva (p. 30).

3.4.2 Métodos indirectos

refractometría (determinación de proteínas totales)

Gamsjäger *et al.*, (2024) indican que:

La refractometría, utilizada para evaluar la proteína sérica total, es reconocida como un método práctico a nivel de campo para investigar la transferencia exitosa de inmunidad pasiva en terneros. Este método se basa en que las inmunoglobulinas constituyen una proporción sustancial de la proteína en el suero de los neonatos, por lo que su concentración es un indicador indirecto de la absorción de anticuerpos del calostro.

Pérez (2014) afirma que:

El refractómetro, es una herramienta muy valiosa a nivel de campo. Los niveles de proteínas que se encuentren por encima de 5.5 gramos/decilitro (g/dl) se consideran como una transferencia pasiva adecuada. Se debe tener cuidado con las lecturas altas (mayor a 7.2 gr/dl) ya que estas pueden ser un falso/positivo causadas por terneras deshidratadas por lo que este método también puede servir de ayuda para detectar este tipo de problema, los niveles 5,5 g/dl o más, indican niveles de IgG adecuados menos de 5,5 g/dl indican niveles de IgG marginales, es decir falla en transferencia pasiva y < 5,2 g/dl indican niveles de IgG deficientes (p.30).

Según Elizondo, (2015) citado por Castrillón. (2020) afirma que:

Determinar la concentración de PT en suero por medio de refractometría, es una de las formas prácticas a nivel de campo para identificar aquellos animales con una FTIP, ya que los mayores constituyentes de las proteínas séricas totales en los primeros días de vida del animal son las Igs provenientes del calostro (p. 24-25).

prueba de turbidez sulfito de sodio

Según López, (2016), afirma que:

Es una prueba semicuantitativa de 3 pasos, usando 14%, 16% y 18% de solución de prueba de sulfito de sodio, en la que ocurre una precipitación selectiva de proteínas de alto peso molecular, incluyendo inmunoglobulinas. Esta prueba resulta en una turbidez, que es el efecto a medir (p. 24).

López, (2016) afirman que:

El aumento de la concentración de reactivo o solución salina induce turbidez en concentraciones menores de proteínas de alto peso molecular, el problema es que a soluciones más bajas de sulfito de sodio genera mayores concentraciones de Ig, por lo cual da una sobre estimación de Ig (p. 24).

prueba de turbidez sulfato de zinc

Según Elsohaby y Keefe, (2015); Castrillón (2020) citado por Giraldo y Almanza (2023) describe que:

La prueba funciona sobre el mismo principio básico que la prueba de turbidez del sulfito sódico, sin embargo, se realiza típicamente como un ensayo de dilución simple en el que se añaden 0,1 ml de suero sanguíneo a una solución de 6 ml de sulfato de zinc con una concentración de 20.8%, que luego se incuba durante 30 minutos. Aunque la prueba de turbidez con 25 sulfato de zinc es rápida y económica, tiene limitaciones importantes incluyendo el efecto de hemólisis de la muestra y depende en exceso de la calidad del reactivo en los resultados de las pruebas (p.24,25).

prueba de coagulación con glutaraldehído en sangre entera

Según Rey Sanchez y velasquez Fierro, (2017):

El Glutaraldehído es un reactivo que tiene la propiedad de coagular las proteínas séricas (razón por la cual es una sustancia tóxica). El suero se mezcla con una solución de

Glutaraldehído y se observa luego si hay formación o no de un coágulo. La formación de un coágulo firme y adherente indica un nivel adecuado de IgG. Este método es utilizado mayormente para estimar la transferencia de la inmunidad materna (p. 16).

Según Castrillon Rodriguez, (2020) afirma que:

Se ha utilizado esta prueba para estimar gamma globulinas en bovinos y para la detección de FTIP en terneros. La prueba se puede realizar en condiciones de campo mediante la adición de 1,5 ml de sangre completa a una solución preparada de glutaraldehído y registrando el tiempo hasta la formación de coágulo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

El presente es un estudio no experimental, de corte transversal que pretende evaluar la transferencia de Inmunidad pasiva en terneros nacidos en dos fincas de producción de leche ubicadas en los departamentos de Managua y Jinotega, Nicaragua.

El estudio tiene alcance descriptivo y correlacional ya que pretende la búsqueda de un posible vínculo entre la calidad del calostro y el éxito en la transferencia de inmunidad pasiva en terneros nacidos en ambas unidades de producción.

4.2 Tamaño y población de muestra

Al poseer formato de ensayo clínico fueron incluidos en el estudio todos los terneros nacidos de vacas de ambas fincas y que ingirieron calostro materno dentro de las 24 horas post - nacimiento durante el periodo de septiembre de 2024 a marzo del 2025.

4.3 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en la ganadería Los Nogales propiedad del Dr. Rafael Arauz y finca Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria.

4.3.1 Ganadería Los Nogales

La ganadería Los Nogales está ubicada en el departamento de Jinotega, comunidad el mojón, de la escuelita de la Ermita 3 kilómetros al norte, y cuenta con una extensión de 45 manzanas. De las cuales 14 son dedicadas al cultivo de café y 31 para la ganadería. Teniendo su ubicación geográfica 13°11'52.2" Latitud Norte y 86°02'13.9" longitud Oeste.

4.3.2 Finca las Mercedes

La Unidad Productiva “Hacienda Las Mercedes” (UPHLM) está ubicada en la ciudad de Managua, en el kilómetro 11 de la carretera norte, de la entrada a la empresa CARNIC 800 metros al norte y cuenta con una extensión de 57.91 manzanas. Colinda al sur con la colonia

Telémaco Talavera, al Norte con la orilla Sur del lago de Managua, al Este el barrio El Rodeo y al Oeste con la Cooperativa Pedro Altamirano y con la infraestructura de la empresa CARNIC. Teniendo su ubicación geográfica en un cuadrante con las siguientes coordenadas: 12°10'14" a 12°08'05" en latitud Norte y 86°10'22" a 12°09'44" longitud oeste.

La temperatura va desde los 21°C a los 30°C, esto varia en dependencia de la estación presente (seca o lluviosa). La altura del área de estudio se encuentra en 56 msnm. Desde el punto de vista fisiográfico la UPHLM está ubicada en una depresión donde recibe gran cantidad de material proveniente de la erosión de la sierra de Managua.

4.4 Definición, selección y operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Valores	Forma de Medición
Calidad del Calostro	Densidad del calostro	Densidad establecida por la concentración de Ig y medida con un calostrómetro	Superior (>50mg/ml) Moderada (30-50mg/ml) Inferior (<30mg/ml)	Calostrómetro
Nivel de Inmunidad	Estado de inmunidad establecido por la madre al ternero recién nacido.	Nivel de Inmunidad del ternero recién nacido a partir de las proteínas totales (g/dl), presentes en su suero.	Alto Riesgo (Menor a 4.9 g/dl) Riesgo Medio (5 a 5.4 g/dl) Bajo Riesgo (5.5 a 6.9 g/dl)	Refractrometría
Transferencia de Inmunidad Pasiva	Cantidad de Ig que otorga la madre al ternero	Estimación cualitativa de concentraciones de	Adecuada Coagulación <10 minutos	Prueba de Coagulación

	a través del calostro	Ig en los terneros incluidos en el estudio.	Regular Coagulación en 60 minutos Falla de transferencia Coagulación >60 minutos	con glutaraldehído
Edad de la madre	Tiempo de vida medido en años	Tiempo de vida medido en años de las vacas incluidas en el estudio.	Edad en años	Registros de la finca
Número de partos de la madre	Cantidad de partos durante toda su vida	Cantidad de partos de las vacas incluidas en el estudio.	Número de partos	Registros de la finca

4.5 Procedimiento de recolección de muestras y ensayo

Para el cumplimiento de los objetivos del presente estudio se realizó toma de muestras tanto del calostro (de las vacas que llevaron a conclusión su gestación exitosamente), como de suero de terneros que hayan logrado ingerir calostro de su madre dentro de las primeras 24 horas.

Para la determinación de la calidad del calostro se utilizó un calostrómetro; siguiendo la metodología de uso del instrumento que plantea Casas y Canto (2015) y que permitió, basado en la cantidad de Inmunoglobulinas (Ig), clasificar el calostro según su calidad en: Superior (>50mg/ml), Moderada (30-50mg/ml) e inferior (<30mg/ml).

El calostro que fue sometido a estudio es el que se produjo en el primer ordeño después del parto de la vaca. A cada vaca se le realizó la recolección y llenado de una ficha de datos en la cual se contemplan los datos del animal y las variables de: Número de partos y Edad, posteriormente fueron analizados en correlación con la calidad del calostro y la transferencia de inmunidad pasiva.

Para la evaluación de la Transferencia de Inmunidad Pasiva, así como el nivel de inmunidad se realizaron dos pruebas de verificación cualitativa las cuales permiten estimar las cantidades de Ig que han sido transferidas al ternero; las pruebas utilizadas son la reflectometría como lo recomienda la metodología de Casas y Canto (2015) y la prueba de aglutinación de glutaraldehído como la describe Arce et al (2007).

4.6 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados bajo un enfoque transversal y no experimental, considerando a cada ternero como unidad independiente de observación. Se emplearon modelos lineales generalizados (GLM) para analizar la calidad del calostro, el nivel de inmunidad y los tiempos de coagulación en la prueba de glutaraldehído, utilizando como factores fijos la finca de procedencia, la categoría de inmunidad y la categoría de transferencia pasiva. Para variables continuas con distribución asimétrica (como el tiempo de coagulación), se asumió una distribución gamma con función de enlace logarítmica.

En los casos donde no se cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (evaluados mediante pruebas de Shapiro-Wilk y Levene), se recurrió a pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis y comparaciones de Dunn con ajuste de Bonferroni. Las asociaciones entre variables maternas (edad y número de partos) con la calidad del calostro y la inmunidad transferida fueron exploradas mediante regresiones lineales simples.

Asimismo, se calcularon diferencias porcentuales relativas entre categorías para interpretar resultados con mayor claridad biológica. Las medias marginales ajustadas se estimaron con el paquete emmeans, mientras que la visualización se realizó mediante gráficos boxplot y de barras generados con ggplot2. Todo el procesamiento, modelado y análisis estadístico se realizó en el entorno R (R Core Team, 2024), utilizando los paquetes ggplot2, emmeans, car, dplyr y MASS.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la calidad del calostro y el nivel de inmunidad pasiva transferida a neonatos bovinos mostraron que un 85.71% de las muestras de calostro evaluadas fueron clasificadas como calidad superior, un porcentaje notablemente alto, un 9.52% de calidad moderada y un 4.76% de calidad inferior. Los resultados obtenidos se vinculan principalmente a factores como, la edad de la vaca y la cantidad de nacimientos.

La figura 2 representa la clasificación de las madres muestreadas según su edad, donde el 52.38% tenía menos de 5 años y el 47.62% son mayores a esa edad. Al evaluar la calidad del calostro con respecto a la edad, se observó que las madres menores de 5 años produjeron calostro con una concentración promedio de 77,72 mg/ml de Ig y las madres que tenían más de 5 años produjeron calostro con una concentración media de 90,50 mg/ml de Ig.

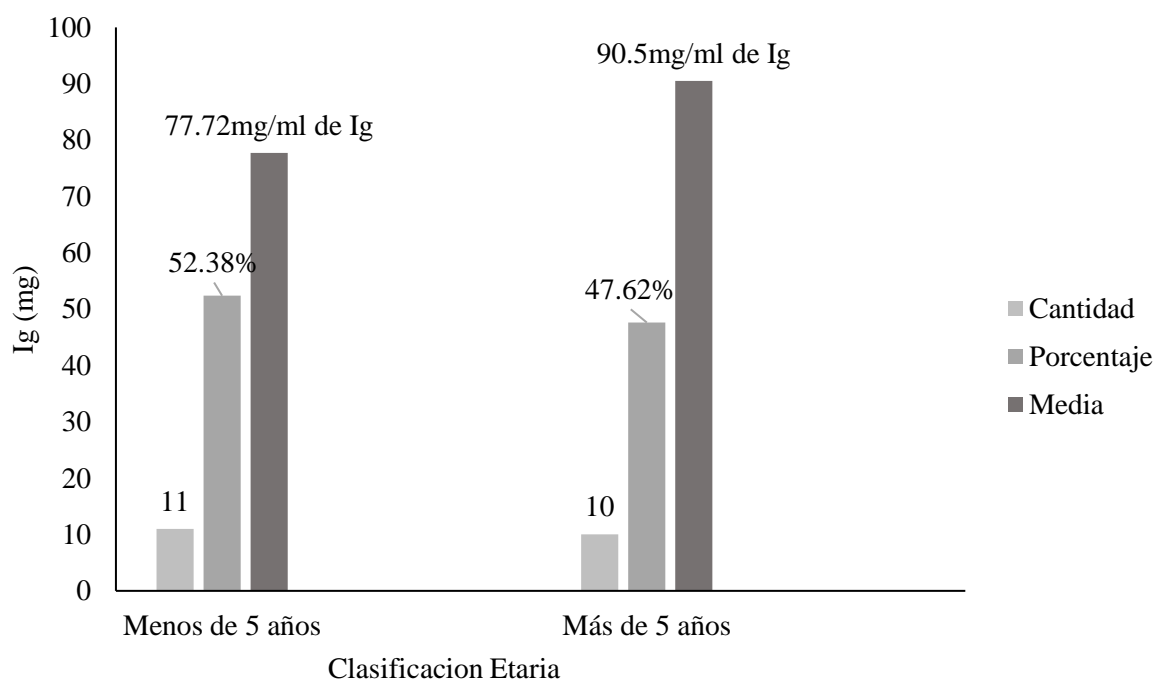


Figura 2: Calidad del calostro según la edad de las vacas muestreadas en la finca las Mercedes y Los Nogales, Managua 2024

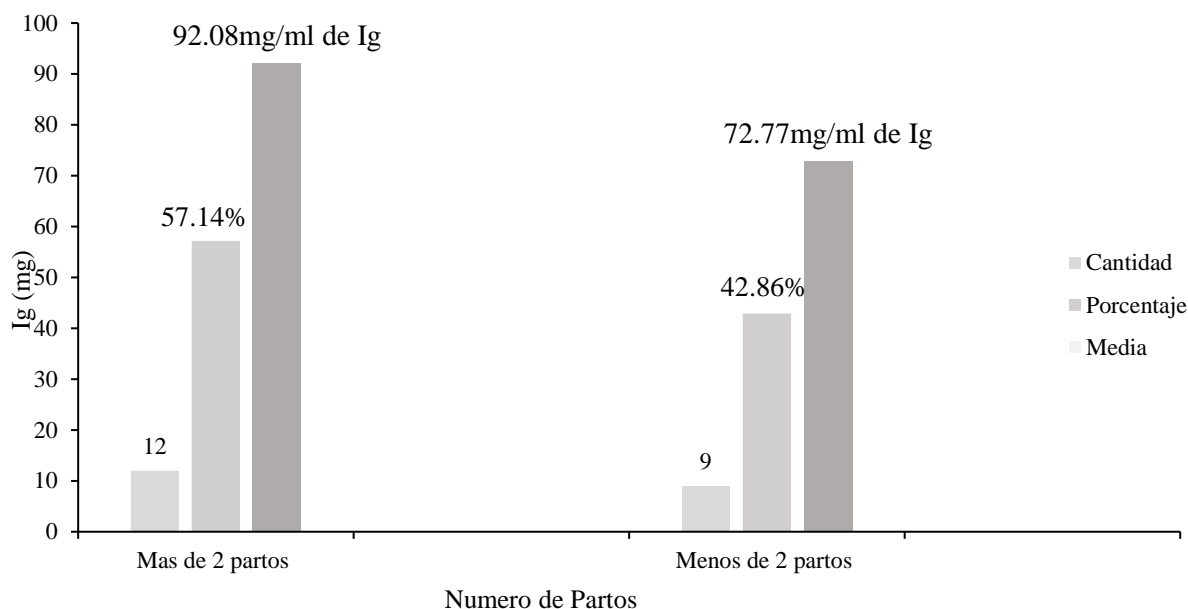


Figura 3: Calidad del calostro según el numero de partos de las vacas de las fincas Las Mercedes y Los Nogales, Managua 2024.

En la figura 3 se muestra la calidad del calostro según el número de partos de las vacas muestreadas, donde el 57,14% son madres que tenían más de dos partos y el 42,86% eran madres con menos de dos partos. Al analizar el calostro se observó una gran diferencia con respecto a la calidad ya que las vacas con más de dos partos produjeron una concentración promedio de Ig de 92,08mg/ml y las madres con menos de dos partos produjeron calostro con una concentración media de 72,77 mg/ml de Ig, estos resultados podrían indicar que el número de partos es un factor que influye en la cantidad de Ig producidas en el calostro.

Estudios anteriores respaldan los datos presentados ya que han demostrado que las vacas con índice mayor de partos producen calostro superior debido a su larga exposición a los antígenos durante las gestaciones pasadas, esto resulta en una respuesta inmune más efectiva y una mayor concentración de Ig en la glándula mamaria al terminar la gestación (Godden *et al.*, 2019; Fischer *et al.*, 2018).

Por otro lado, Lichtmannsperger *et al.*, (2023) señalan que la cantidad de nacimientos es uno de los aspectos relevantes que impactan en la variabilidad de la calidad del calostro. Esto ocurre

porque las vacas más jóvenes todavía no han desarrollado su sistema inmunológico de manera completa.

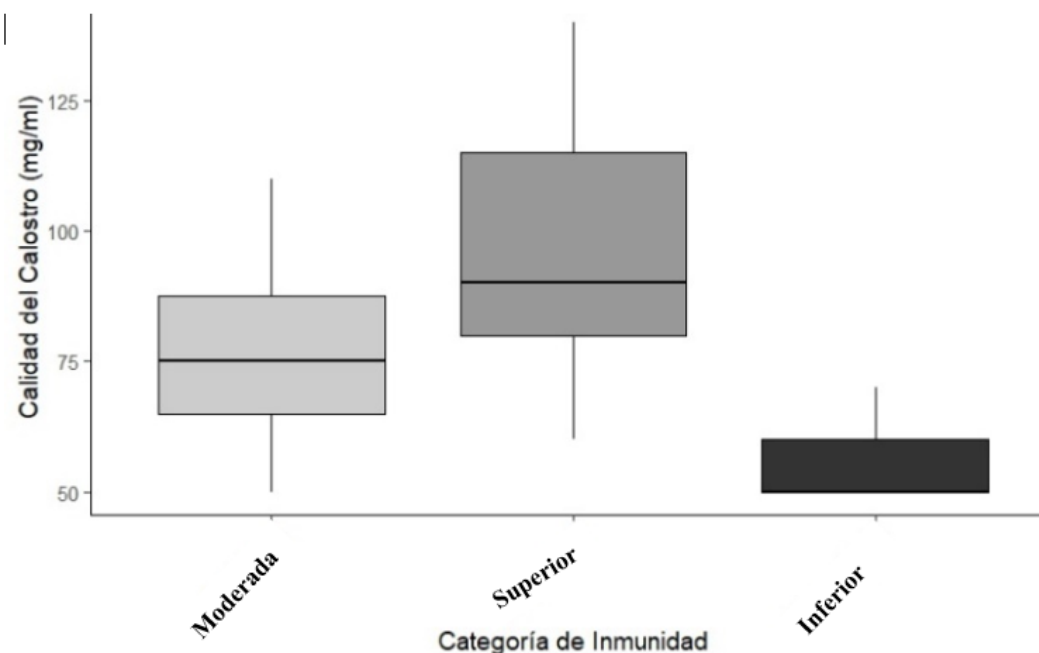


Figura 4: Calidad del calostro por categoría de muestras obtenidas en finca Las Mercedes y Los Nogales, Managua, 2024

La Figura 4 presenta la distribución de la calidad del calostro (mg/ml) según tres categorías (Superior, Moderada e Inferior). El grupo superior mostró la mediana más alta, cercana a 90 mg/ml, con un rango intercuartílico que oscila entre 80 y 115 mg/ml, y valores extremos que alcanzan hasta casi 135 mg/ml. Un patrón similar observado por (Mendoza 2020) con respecto a la proporción de la calidad del calostro la concentración media de Ig fue de 77.65 mg/ml, y con un 88.88% de muestras que se clasificaron como de alta calidad.

En contraste, el grupo de calidad moderada mostró una mediana intermedia, cercana a 75 mg/ml, con un rango intercuartílico de aproximadamente 65 a 88 mg/ml, y valores máximos que no superan los 110 mg/ml y el grupo de calidad inferior presentó la calidad más baja, con una mediana de alrededor de 55 mg/ml, y un rango intercuartílico estrecho, de 52 a 60 mg/ml,

reflejando baja variabilidad. Estos resultados indican que los animales clasificados con menor riesgo inmunológico tienden a recibir calostro de mayor calidad, lo cual podría favorecer la transferencia pasiva de inmunidad.

El grupo de calidad superior se destaca por tener la mejor calidad de calostro. Esto probablemente se debe a que las madres de este grupo, tienen protocolos de manejo adecuados, que cumplen con las necesidades de las madres: están bien alimentadas, con buena salud y probablemente han tenido más lactancias, y han sido expuestas a vacunas de tal manera que sus calostros son ricos en anticuerpos. Todo esto conlleva a tener animales con un menor riesgo de enfermar, lo que explica su clasificación, según Giraldo (2023), un manejo nutricional y sanitario apropiado puede marcar la diferencia en la calidad del calostro, y este resultado positivo podría reflejar la importancia de dichas prácticas en la producción ganadera (p,44).

Por otro lado, el grupo de calidad moderada presenta una calidad regular. Esto podría ser el resultado de un manejo aceptable, aunque con algunas limitaciones en uno o varios de los factores mencionados anteriormente. La madre podría tener un estado de salud intermedio, una nutrición baja, o un número de lactancias que no le permite acumular la máxima cantidad de anticuerpos. como lo describe Elsohaby (2017) la variabilidad de las prácticas ambientales, de manejo y nutricionales afectan a la calidad del calostro, por lo que cabe esperar diferencias entre el calostro de vacas de carne y de leche.

Finalmente, el grupo de calidad inferior muestra la calidad más baja. Esto indica que los animales que forman parte de esta categoría podrían ser madres jóvenes (primerizas), con deficiencias nutricionales, sometidas a estrés, con problemas de salud presentes, o con una inmunidad reducida. Un calostro de baja calidad en estos casos significa una menor transferencia de inmunidad, dejando a los recién nacidos con un alto riesgo de sufrir enfermedades. Castrillón (2020) describe que la concentración de Ig en el primer ordeño en bovinos se ve influenciado por muchos factores como: la raza, la duración del período seco, el número de lactancias o número de partos y la vacunación.

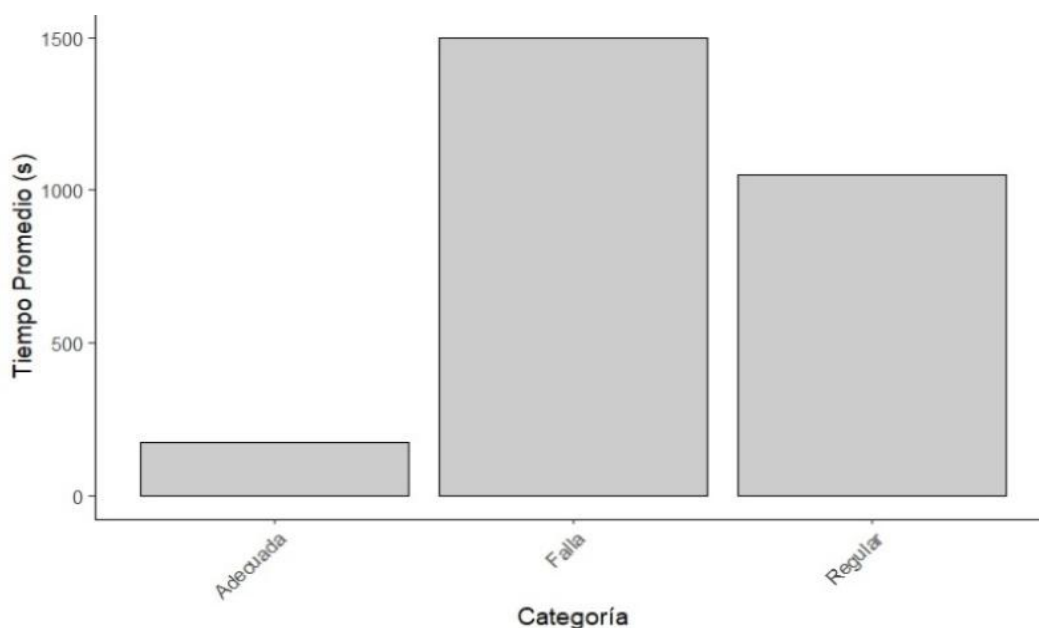


Figura 5: Transferencia de inmunidad pasiva por categoría, Managua, 2024

La Figura 5 muestra el tiempo promedio (en segundos) que se requiere para identificar la transferencia de inmunidad pasiva en neonatos a través de la prueba de glutaraldehído, que se clasifica en tres categorías: Adecuada, regular y falla. Se observó que los animales con transferencia adecuada lograron este proceso en menos de 200 segundos, en comparación con los grupos regular (1100 s) y Falla (1500 s). Estos resultados revelan que una transferencia eficiente de inmunidad pasiva está relacionada con un tiempo de respuesta más corto, lo que podría estar vinculado a una ingesta temprana y efectiva de calostro (Gutiérrez *et al.*, 2019; Mendoza y Rivas, 2021).

En particular, Gutiérrez *et al.* (2019) demostraron que terneros que recibieron calostro dentro de las dos primeras horas postparto, con volúmenes superiores a 10% del peso vivo y calidad mayor a 60 mg/ml de Ig, lograron valores en la prueba de glutaraldehído inferiores a 300 segundos en el 92% de los casos. Por su parte, Mendoza y Rivas (2021) reportaron que los terneros alimentados más tarde de las 4 horas mostraron tiempos superiores a 1000 segundos, coincidiendo con niveles bajos de Ig en sangre.

Los tiempos prolongados registrados en los grupos con transferencia deficiente (Regular y Falla) sugieren posibles dificultades en el acceso o consumo suficiente del calostro, aspecto importante en la absorción de inmunoglobulinas durante las primeras horas de vida. (López y Mendoza *et al.*, 2022). En su estudio encontró que terneros nacidos durante la noche o en condiciones climáticas adversas tenían un 35% más de probabilidades de entrar en la categoría de falla inmunológica.

Esta tendencia coincide con estudios recientes, que destacan la importancia de la administración precoz y de buena calidad del calostro para asegurar una transferencia inmunológica eficaz (Fernández y Cordero, 2020; Silva *et al.*, 2023), hallaron que el 89% de los terneros que recibieron calostro en la primera hora de vida y con menos de 50,000 UFC/ml de carga bacteriana lograron resultados positivos en la absorción de inmunoglobulinas.

Asimismo, se identificaron diferencias significativas en la calidad del calostro, el nivel de inmunidad en neonatos y el tiempo requerido para completar la transferencia, resultados que variaron según la categoría de riesgo, finca de origen y eficiencia de transferencia.

La calidad del calostro fue mayor en animales clasificados como de Bajo Riesgo, con una mediana de aproximadamente 90 mg/ml, en comparación con los grupos de Riesgo Medio (55 mg/ml) y Alto Riesgo (75 mg/ml). lo que demuestra una relación directa entre mayor calidad del calostro y menor riesgo inmunológico (Martínez y Rodríguez, 2018; Hernández *et al.*, 2022).

De forma coherente, el nivel de inmunidad en los neonatos también presentó variación entre fincas. En la ganadería Las Mercedes, se obtuvo una mediana de 6.3 g/dl (con un rango hasta 8.5 g/dl), mientras que en la finca Los Nogales fue de 6.0 g/dl, lo que podría atribuirse a diferencias en las prácticas de manejo y alimentación entre ambas explotaciones. (Ramírez *et al.*, 2020; Ortega y Villalobos, 2024), indicaron que diferencias en capacitación del personal, horarios de ordeño y disponibilidad de utensilios higienizados pueden explicar hasta un 20% de variación en los niveles séricos de inmunidad pasiva.

Finalmente, el análisis del tiempo promedio para la transferencia efectiva de inmunidad volvió a confirmar que los neonatos con transferencia adecuada la lograron en un tiempo cercano a los 200 segundos, en contraste con los grupos Regular (1100 s) y Falla (1500 s), reiterando la

relevancia del manejo oportuno del calostro en las primeras horas postparto. (Gómez y Duarte, 2023). En su estudio, observaron que terneros con tiempos inferiores a 300 segundos tuvieron una incidencia de enfermedades neonatales un 40% menor durante el primer mes de vida, en comparación con aquellos con tiempos superiores a 1000 segundos.

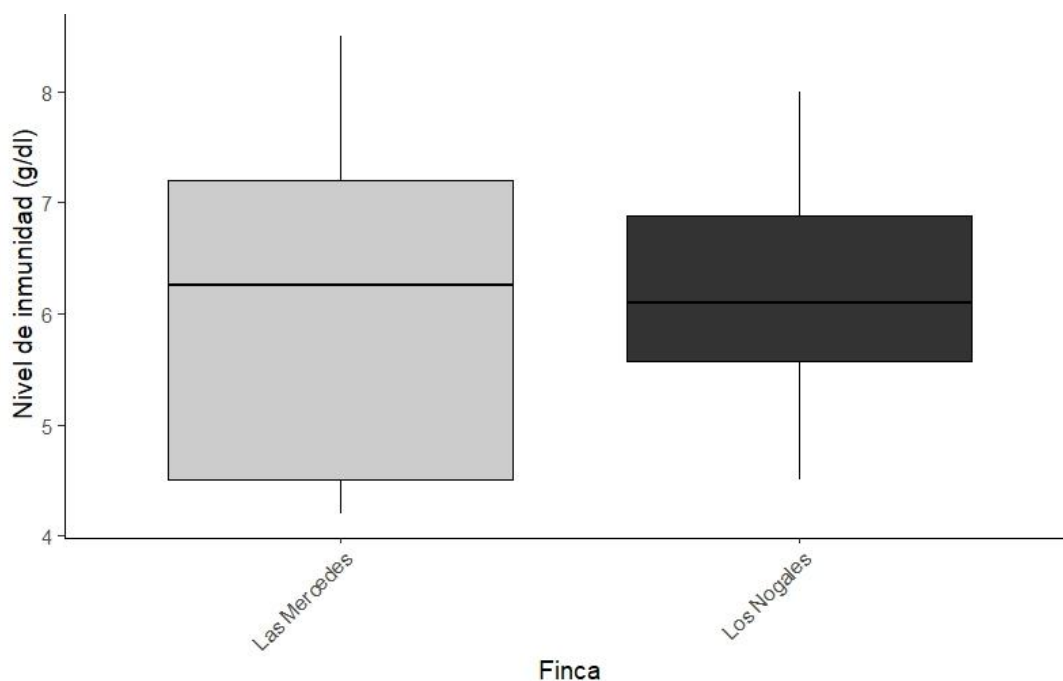


Figura 6: Nivel de inmunidad obtenida en terneros de la finca las mercedes y los nogales, Managua, 2024

La Figura 6 muestra la comparación del nivel de inmunidad (g/dl) en neonatos procedentes de dos fincas (Las Mercedes y Los Nogales). En la finca Las Mercedes, la mediana del nivel de inmunidad se aproxima a los 6.3 g/dl, con un rango intercuartílico que va de 4.5 a 7.2 g/dl, y valores extremos que alcanzan hasta 8.5 g/dl. Por otro lado, en la finca Los Nogales, la mediana es ligeramente inferior, cercana a 6.0 g/dl, con un rango intercuartílico de 5.5 a 7.0 g/dl, y una menor amplitud general en la distribución.

Aunque la diferencia entre las medianas no es marcada, se evidencia una mayor variabilidad en los niveles de inmunidad dentro de la finca Las Mercedes, lo que podría reflejar diferencias en prácticas de manejo, calidad del calostro o condiciones sanitarias. Un estudio semejante

realizado por Giraldo Llinás y Almanza Plaza (2023) en Montería, Córdoba, evaluó la calidad del calostro y la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de raza Brahman. Los resultados fueron que el 95% del calostro evaluado fue clasificado de buena calidad y que a pesar de este porcentaje al ser analizado por el refractómetro catalogó que un 17.28% de los terneros mostró niveles bajos en la transferencia de inmunidad pasiva. Estos hallazgos revelan la necesidad de afianzar las prácticas de manejo del calostro para garantizar una adecuada inmunidad en los recién nacidos.

Al analizar los niveles de proteínas séricas totales de los terneros recién nacidos en las haciendas Las Mercedes y Los Nogales, notamos que, si bien los promedios son parecidos 6.3 g/dl en las Mercedes y 6.0 g/dl en Los Nogales, los datos de Las Mercedes muestran más diferencia entre sí. En la misma hacienda, los resultados se extienden más, llegando algunos hasta 7.2 g/dl, mientras que Los Nogales tiene una tendencia más pareja. Esto indica que en Las Mercedes el manejo de las madres y control de la suministración del calostro es irregular.

Esta diferencia en la variabilidad probablemente se relacione con las actividades del manejo, como cuándo se da el calostro, cuánto se da, su calidad e higiene. Estudios han mostrado que un buen manejo del calostro es clave para asegurar que los terneros reciban una inmunidad pasiva adecuada. Por ejemplo, Godden *et al.* (2019) reportaron que los terneros que recibieron al menos 3 a 4 litros de calostro de buena calidad (más de 50 mg/ml de Ig) dentro de las primeras 2 horas de vida mostraron una tasa de éxito en la transferencia de inmunidad pasiva superior al 90%, en comparación con solo un 60% cuando el volumen era menor o la administración más tardía.

La higiene es un aspecto importante en el momento del ordeño y en los utensilios usados para alimentar al ternero. Si el calostro está contaminado con bacterias o algún otro patógeno, la absorción de inmunoglobulinas puede verse afectada negativamente, por ejemplo en un estudio de (Canadian Journal of Animal Science, 2020) se identificó que calostros con más de 100,000 UFC/ml de bacterias totales reducían significativamente la absorción de inmunoglobulinas, y que una higiene deficiente durante el ordeño o el almacenamiento podía duplicar el riesgo de fallo en la transferencia de inmunidad pasiva.

A esto se le puede sumar que el nivel de capacitación y experiencia del personal encargado del cuidado de los terneros puede influir en los resultados. En un estudio publicado en Frontiers in

Veterinary Science (2025), se observó que unidades productivas con personal entrenado y con protocolos estandarizados de manejo de calostro lograron reducir la tasa de fallas de transferencia pasiva de un 25% a menos del 10% en el transcurso de un año.

Aunque las medianas de inmunidad en ambas fincas no se diferencian mucho, la variación observada en los resultados de Las Mercedes podría deberse a diferencias en el manejo de los recién nacidos, lo que propone la necesidad de mejorar los protocolos, en especialmente aquellos relacionados con las condiciones de higiene en el ambiente donde se cría el ternero y la administración del calostro.

VI. CONCLUSIONES

- La calidad del calostro evaluada, mediante calostrometría mostró que el 85.71% de las muestras examinadas fueron clasificadas como de calidad superior, un 9.52% de calidad moderada y un 4.76% de calidad inferior.
- Se encontró una mejor calidad en el calostro de vacas con más de 5 años con una media de 90,50 mg/ml de Ig en comparación con vacas menores a esa edad ($\mu=77,72$ mg/ml de Ig). Mientras que el número de partos influyo en la calidad del calostro donde madres con más de dos partos tuvieron una media de 92,08mg/ml de Ig y vacas con menos de 2 partos presentaron una media de 72,77 mg/ml de Ig, por consiguiente las variables número de partos y la edad influye en la calidad del calostro con concentraciones de Ig relativamente más alta.
- Las distintas categorías de riesgo inmunológico en los neonatos estaban directamente relacionadas con la calidad del calostro que consumieron, donde la refractometría arrojó que los terneros de la finca Las Mercedes alcanzaron una mediana de 6.3 g/dl, mientras que los de Los Nogales registraron 6.0 g/dl, lo que indica una adecuada transferencia de inmunidad en la mayoría de casos. En la prueba de glutaraldehído, los terneros con TIP adecuada coagularon en menos de 200 segundos, mientras que los del grupo con transferencia regular y falla lo hicieron en 1100 y 1500 segundos, respectivamente.

VII. LITERATURA CITADA

- Arce, A., Rosas, A, y Rodriguez, L. (2007). *Pràcticas de inmunología general aplicada y veterinaria*. Mexico DF, : El Manual Moderno S.A
- Asqui Centeno, J. E. (2023). *Alimentación de terneros a base de calostro liofilizado en la estación experimental Tunshi* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOL. <https://dspace.espol.edu.ec/bitstreams/df47613e-911a-4ad2-866e-4b9e151aeeccf/download>
- Agrimprove. (s.f.). *Proteja a sus terneros: El papel vital de la gestión del calostro en el refuerzo de la inmunidad*. <https://www.agrimprove.com/es/defend-your-calves-the-vital-role-of-colostrum-management-in-boosting-immunity/>
- Astudillo Neira, R. G. (2011). *Efecto de la suplementación con un reemplazante de calostro bovino sobre la inmunidad pasiva en terneros holstein friesian nacidos en invierno o primavera*. [Tesis de pregrados, Universidad Austral de Chile]. Archivo digital. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/ega8591e/doc/ega8591e.pdf>
- Bielma, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., & Leslie, K. E. (03 de Abril de 2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement. *American Dairy Science Association*, 10 (3168), 3713–3721. [An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle - PubMed](#)
- Barriga, M., Soto, C., & Vera, F. (2019). Factores que afectan la calidad del calostro bovino y su impacto en la inmunidad pasiva. *Revista Chilena de Producción Animal*, 35(1), 45-56. [Factores que afectan la calidad y cantidad de calostro bovino | CONtexto Ganadero](#)
- Blanco Chacon, C. F., Rivero Cardoso, A. B., & Semper Manera, F. G. (2021). *Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos y bajos recuentos de células somáticas al momento del secado*. [Tesis de grado, Universidad de la Republica]. Obtenido de [Colibri: Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva en terneros de razas lecheras nacidos y alimentados con calostro de vacas con altos y bajos recuentos de células somáticas al momento del secado](#)
- Braun, U., Krüger, S., y Hässig, M. (2013). Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100days of life in calves. 95(2), 326-333. doi: [Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100 days of life in calves - ScienceDirect](#)
- Casa, M., & Canto, F. (2015). Importancia del calostro en el bovino. *Produccion Animal*. Obtenido de:

https://www.produccion_animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/75-importancia_del_calostro.pdf

- Castrillon Rodriguez, M. I. (2020). *Indicadores de inmunidad pasiva y activa en neonatos bovinos de madres vacundas y no vacunadas con una bacterina comercial*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia], Obtenido de: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78069/2020Maria_Ines_Castrillon_Rodriguez.pdf?sequence=5
- Díaz-Mora, L., Fernández, R., y Castro, S. (2022). Factores perinatales que afectan la vitalidad neonatal y la eficiencia de la transferencia de inmunidad pasiva. *Revista Latinoamericana de Zootecnia*, 18(3), 112-120.
- Deelen, J., Karrow, N. A., y De Buyzere, M. L. (2020). Factors influencing colostrum quality and colostral immunoglobulin G concentration in dairy cows: A review. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11099-11116. Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows - ScienceDirect
- Elizondo Salazar, J. A. (Febrero de 2015). Caracterizacion de la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lecheria. 26(2), 203-209. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19276>
- Elizondo-Salazar, J. A., Vargas-Villalobos, O. A., & Noguera-Solera, L. (14 de Mayo de 2014). Factores relacionados con la falla en transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de lecheria en la region central norte de Costa Rica. *Nutricion Animal Tropical*, 8(1), 68-79.
- Fischer, A. J., Song, Y., He, Z., Haines, D. M., Guan, L. L., & Steele, M. A. (2018). Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13206>
- Flores, R. E., y Romero, A. M. (2013). *Calidad del calostro y estatus inmunitario de terneras en su primera semana de vida por medio de la densidad de proteínas sericas en cuatro ganaderias lecheras del departamento de Sonsonate, el Salvador*. San salvador: Universidad de el Salvador. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?cluster=7680204652673138663&hl=es&as_sdt=2005&scioldt=0,5#d=gs_qabs&t=1714061788251&u=%23p%3D53_irHCRIWoJ
- Freitas Cota, L. M. (2018). *Avaliação da transferência da imunidade passiva em vitelos de explorações leiteiras*. Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa. Obtenido de

file:///C:/Users/rufin/OneDrive/Escritorio/Nueva%20carpeta/Nueva%20carpeta/Tesis%20FTIP%202024/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20transfer%C3%Aancia%20da%20imunidade%20passiva%20em%20vitelos%20de%20explora%C3%A7%C3%B5es%20leiteiras.pdf

- Fernández, M., y Cordero, L. (2020). Importancia del calostro en la inmunidad pasiva del ternero. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 28(2), 75–82. <https://doi.org/10.1234/rcv.2020.28275>
- Giraldo, A. R., y Almanza, D. (2023). *Evaluacion en campo de la calidad del calostro bovino y transferencia de inmunidad pasiva en terneros en monteria cordoba*. [Trabajo de grado, Universidad de Cordoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/bd8256f1-356e-4d90-95d9-50ac60322092/content>
- Gómez, R., y Duarte, F. (2023). Evaluación de la eficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva en fincas lecheras de altura. *Ciencia Animal y Producción*, 35(1), 45–53. <https://doi.org/10.1234/cap.2023.35145>
- Gutiérrez, D., Morales, J., y Escobar, S. (2019). Efectos del tiempo de suministro de calostro en terneros recién nacidos sobre la absorción de inmunoglobulinas. *Veterinaria Actual*, 19(3), 120–127. <https://doi.org/10.1234/va.2019.193120>
- Godden, S. M., Lombard, J. E., y Smith, G. W. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35(3), 535-551. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31590901/>
- Guzman , V., y Olivera-Angel, M. (mayo de 2020). Calostrogenesis, digestion y absorcion del calostro.Obtenidode: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/342145/20802566>
- Hernández, P., Torres, E., y Villanueva, C. (2022). Relación entre calidad del calostro y categoría de riesgo inmunológico en neonatos bovinos. *Investigación Agropecuaria*, 42(4), 233–241. <https://doi.org/10.1234/ia.2022.424233>
- Johnson, E., Stewart, L., y Miller, J. (2018). Economic impact of passive immunity failure in dairy calves. *Journal of Animal Production Economics*, 10(2), 78-85.
- López-Mendoza, L., Pérez, G., y Silva, R. (2022). Factores que afectan la transferencia de inmunidad pasiva en sistemas de producción bovina extensiva. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 30(1), 98–106. <https://doi.org/10.1234/rtpa.2022.30198>
- Lichtmannsperger, L., Burgstaller, J., y Drillich, M. (2023). Risk factors affecting colostrum quality in dairy cattle: A European multisite study. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, (11)3-23. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1130023>

- Lopez Rivero, R. (2016). *Eficiencia de los metodos de calostrado en terneros Holando*. Montevideo,[Trabajo pregrado,Universidad de la Republica]. Obtenido de https://silo.uy/vufind/Record/COLIBRI_0e8ce2c375ee1baff59e4875f0c2d2a1?sid=42351
- Lopez, F., y Lanza, M. E. (2019). *estudio anatomico del reticulo en terneros holando alimentados con heno o concentrado en la etapa de lactante (cria acelerada)*. [Trabajo de grado,Universidad de la republica]. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25799/1/FV-34060.pdf>
- Lorenz, I., et al. (2018). Passive immune transfer in dairy calves: Risk factors and the effect of delayed colostrum feeding. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25(3), 540-547.
- Moraga-Villalobos, Y., Contreras-Carrasco, J., & Sandoval-Barría, M. (2023). Relación entre la calidad del calostro y la concentración de IgG sérica en terneros de lechería en el sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 55(1), 1-8. <https://doi.org/10.1234/pat.2023.5511>
- Martínez, L., y Rodríguez, M. (2018). Calidad del calostro y respuesta inmunológica en terneros de doble propósito. *Zootecnia Tropical*, 36(2), 145–153. <https://doi.org/10.1234/zt.2018.362145>
- Mendoza, A., y Rivas, C. (2021). Transferencia de inmunidad pasiva en bovinos: comparación entre métodos de manejo neonatal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(1), 55–63. <https://doi.org/10.1234/rccp.2021.34155>
- Ortega, V., y Villalobos, J. (2024). Influencia del manejo del calostro en la inmunidad de terneros en dos regiones ganaderas de Nicaragua. *Producción Animal Tropical*, 17(1), 101–109. <https://doi.org/10.1234/pat.2024.171101>
- Perez Zuluaga, T. P. (2014). *Evaluacion de dos metodos de suministro de calostro en neonatos bovinos, hacienda la Esperanza, Sopó Cundinamarca*. Bogota, Colombia: Universidad de la Salle.
- Pérez-Sánchez, I., y Ruíz, F. (2023). Cierre intestinal y la ventana crítica de absorción de inmunoglobulinas en neonatos de rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 55(2), 230-240. <https://doi.org/10.1234/pat.2023.55230>
- Quigley, J. D., Pithua, P., y Gable, J. (2021). Maximizing colostrum quality and quantity for calf health. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 37(2), 333-350. <https://doi.org/10.1234/pat.2021.372333>

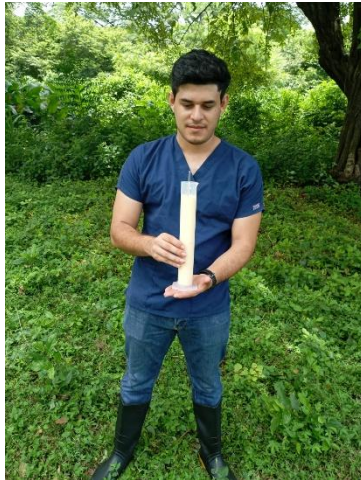
- Rey Sanchez, L. N., y Velasquez Fierro, G. (2017). *Evaluacion de pruebas de turbidez de sulfato de zinc y de precipitacion de sulfato de sodio como determinantes diagnosticos de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas en potros de 12 a 36 horas de nacidos*. [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de: [file:///C:/Users/rufin/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/82FQ3PH7/2017_evaluacion_pruebas_turbidez_\[1\].pdf](file:///C:/Users/rufin/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/82FQ3PH7/2017_evaluacion_pruebas_turbidez_[1].pdf)
- Saleski, J. R. (2017). *Determinacion de la calidad del calostro en tambos del departamento de Rio Segundo, Cordoba*. [Trabajo de pregrado, Universidad Nacional del centro de la provincia]. Obtenido de: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/fc4540e7-7a9e-4b83-aedf-5617ce974ac6/content>
- Ramírez, C., Guzmán, D., y Herrera, B. (2020). Comparación de niveles de inmunidad pasiva en terneros según finca de origen. *Zootecnia Hoy*, 22(2), 66–73. <https://doi.org/10.1234/zh.2020.22266>
- Rodríguez-Estrada, F., Soto-Lara, S., y Hernández-Pérez, L. (2021). Inmunidad pasiva en neonatos de ganado bovino: Fundamentos y estrategias para optimizar la transferencia. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 120-135. <https://doi.org/10.1234/zh.2021.302120>
- Rojas-Hernández, M., Salazar-Campos, J., y Vargas-León, P. (2020). Consecuencias sanitarias y productivas de la falla en la transferencia de inmunidad pasiva en terneros. *Ciencias Veterinarias*, 38(1), 50-60. <https://doi.org/10.1234/zh.2020.38150>
- Smith, A., y Jones, B. (2019). Impacto del ambiente de parto en la termorregulación y vitalidad del neonato. *Ganadería Sostenible*, 15(4), 210-218. <https://doi.org/10.1234/zh.2019.154210>
- Silva, R., Morales, J., y Rivera, A. (2023). Análisis del tiempo de absorción de inmunoglobulinas en terneros y su relación con el riesgo sanitario neonatal. *Ciencia Veterinaria y Salud Animal*, 12(3), 84–91. <https://doi.org/10.1234/cvsa.2023.12384>
- Tello, A., y Zedeño, J. J. (2015). *Relacion de la densidad del calostro y la refractometria del suero sanguineo en el desarrollo de terneros hasta los 60 dias de nacidos*. [Tesis de grado, Escuela Agricultura panamericano]. Obtenido de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f2883752-8cee-4ba2-a6f9-766d00662d57/content>
- Zuluaga Perez , T., y Contreras Villalba, R. A. (2014). *Evaluacion de dos metodos de suministro de calostro en neonatos bovinos, acienda La Esperanza, Sopo Cundinamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Obtenido de:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=medicina_veterinaria

VIII. ANEXOS



Anexo1: Recolección de muestra de calostro



Anexo 2: Muestra de calostro obtenida



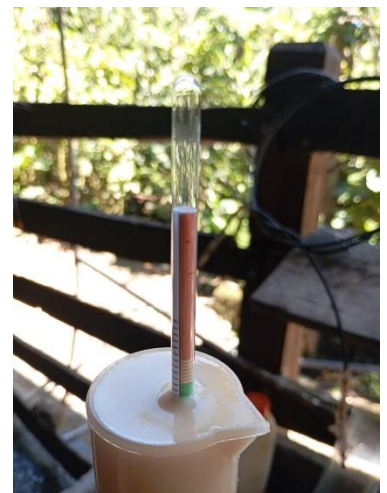
Anexo 3: Suministro de calostro a ternero



Anexo 4: Regulación de temperatura



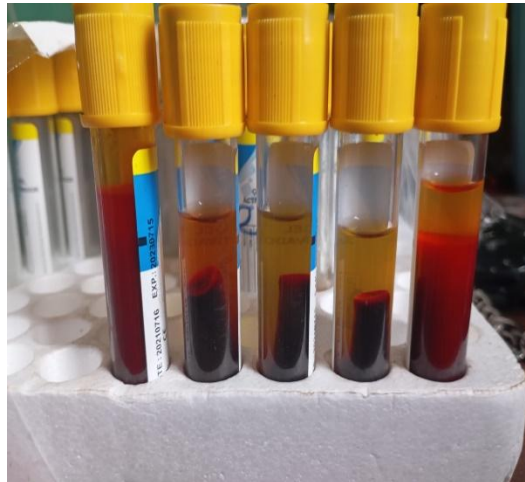
Anexo 5: Lectura de la cantidad de Ig



Anexo 6: Ilustración de la calidad del calostro



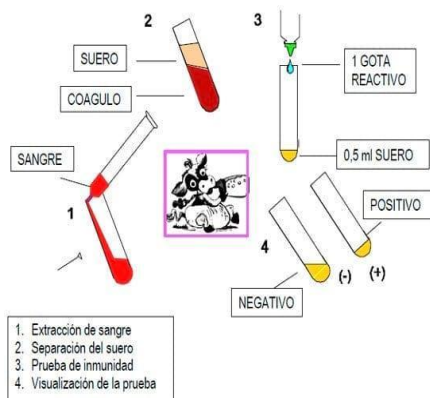
Anexo 7: Recolección de muestra sanguínea



Anexo 8: separación del suero sanguíneo



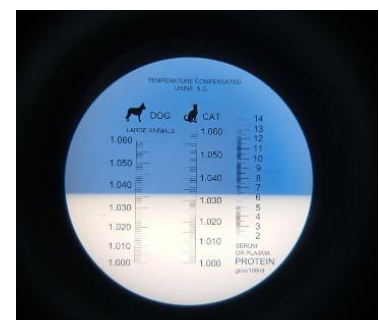
Anexo 9: Resultado de prueba de glutaraldehído



Anexo 10: Procedimiento de prueba de glutaraldehído



Anexo 11: Refractómetro



Anexo 12: Lectura de prueba de refractometría



Anexo 13: Ganadería los Nogales



Anexo 14: Hacienda las Mercedes

Numero de Ficha			
Identificación de Vaca		Datos de la cría	
Tatuaje		Sexo de la cría	
Chapa		Fecha de Parto	
Edad		Hora aproximada de nacimiento	
Número de partos		Primera ingesta de calostro	
Hora Aproximada de parto			

Anexo 15: Ficha de recolección de datos