



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
SEDE UNIVERSITARIA UNA CAMOAPA**

RECINTO MYRIAM ARAGÓN FERNÁNDEZ

TRABAJO DE TESIS

Evaluación de la calidad del calostro bovino en la finca Rancho Escondido del municipio de Bocana de Paiwas, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, periodo abril-agosto 2023

Autores

Br. Nolfreddy José Arróliga Morales

Br. Roling Francisco Arróliga Suárez

Asesor

Lic. José Adán Robles Jarquín

Camoapa, Boaco, Nicaragua

Octubre, 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

SEDE UNIVERSITARIA UNA CAMOAPA

RECINTO MYRIAM ARAGÓN FERNÁNDEZ

TRABAJO DE TESIS

Evaluación de la calidad del calostro bovino en la finca Rancho Escondido del municipio de Bocana de Paiwas, Región Autónoma del Caribe Sur, periodo abril-agosto 2023

Autor

Br. Nolfreddy José Arróliga Morales

Br. Roling Francisco Arróliga Suárez

Asesores

Lic. José Adán Robles Jarquín

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador
como requisito para optar al título profesional de:

Médico Veterinario

Camoapa, Boaco, Nicaragua

Octubre, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el director de Sede Regional Camoapa M.Sc. Luis Guillermo Hernández Malueños como requisito parcial para optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

Miembros del Honorable Comité evaluador:

Lic. Nineth Alicia Mendoza Rocha
Presidente

Lic. Jahoska Lisseth Moreno
Secretario

Lic. Willmord Jenitzio Jirón Aragón
Vocal

Camoapa, Boaco, Nicaragua

10 de octubre de 2023

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|--|---------------|
| DEDICATORIA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE DE CUADROS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo General | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III. MARCO DE REFERENCIA | 4 |
| 3.1 Antecedentes | 4 |
| 3.2 Composición química del calostro bovino | 6 |
| 3.2.1 Factores que modifican la composición del calostro | 7 |
| 3.3 Funciones del calostro | 9 |
| 3.4 Fisiología de producción del calostro | 10 |
| 3.5 Influencia inmunológica del calostro en los neonatos | 11 |
| 3.6 Métodos de valoración del calostro | 12 |
| 3.6.1 Métodos Directos | 12 |
| 3.6.2 Métodos Indirectos | 12 |
| IV. MATERIALES Y METODOS | 15 |
| 4.1. Ubicación y fechas del estudio | 15 |
| 4.2. Diseño de la investigación | 16 |
| 4.2.1 Medición mediante calostrómetro | 17 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.2.2 | Medición mediante refractómetro | 17 |
| 4.2.3. | Población y muestra | 17 |
| 4.3 | Datos evaluados | 18 |
| 4.3.1 | Calidad de calostro bovino | 18 |
| 4.3.2 | Concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos | 20 |
| 4.3.3 | Calidad de calostro bovino y factores asociados | 20 |
| 4.4 | Análisis de datos | 22 |
| V. | RESULTADOS Y DISCUSION | 25 |
| 5.1 | Calidad del calostro | 25 |
| 5.1.1 | Calidad del calostro mediante calostrómetro | 25 |
| 5.1.2 | Calidad del Calostro mediante refractómetro | 26 |
| 5.1.3 | Concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos | 27 |
| 5.2 | Calidad de calostro bovino y factores asociados | 29 |
| 5.2.1 | Encaste | 29 |
| 5.2.2 | Numero de lactancia | 31 |
| 5.2.4 | Estación del año | 34 |
| VI. | CONCLUSIÓN | 38 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 39 |
| VIII. | LITERATURA CITADA | 40 |
| IX. | ANEXOS | 45 |

DEDICATORIA

Dedicado a todos los tesistas e investigadores del mundo.

Br. Nolfreddy José Arroliga Morales

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis primeramente a **Dios**, gracias a el he logrado concluir esta carrera.

A mis **padres** porque siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Br. Roling Francisco Arroliga Suarez.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** sobre todo por darme la fortaleza, salud y sabiduría necesaria para poder culminar mi carrera y ser un profesional. Agradezco a mis **padres**, a mis **amigos**, al **personal de la finca** donde realizamos el estudio por confiar en nosotros y apoyarnos siempre en todo momento.

Y sobre todo a usted estimado lector, para que esta humilde investigación que hemos realizado con tanto empeño sea una luz en sus trabajos y que sea un derroche de sabiduría para permitirle amar y profundizar más en el conocimiento de esta hermosa carrera y demás profesiones afines.

¡Muchas gracias!

Br. Nolfreddy José Arroliga Morales

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le doy gracias a **Dios** por haberme permitido tener buena experiencia a lo largo de mis estudios.

A todos los maestros que me apoyaron en todo momento y formar parte de este proceso integral de formación que deja como producto terminado este grupo de graduados, y como recuerdo y prueba viviente en la historia, esta tesis que perdurara dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

A los dueños de las fincas quienes confiaron en nosotros para realizar este estudio en sus unidades de producción y al personal de trabajo quienes nos apoyaron para poder realizar este estudio.

Br. Roling Francisco Arroliga Suarez

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PÁGINA |
|---------------|---|---------------|
| 1. | Composición del calostro | 6 |
| 2. | Escala de clasificación del calostrómetro | 18 |
| 3. | Escala de clasificación del refractómetro | 19 |
| 4. | Coefficiente de Kappa de Cohen. | 28 |
| 5. | Porcentaje de calidad de calostro bovino por encaste. | 29 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | PÁGINA |
|---------------|---|---------------|
| 1. | Fenómeno de transcitosis de IgG e IgA. | 11 |
| 2. | Mapa del Municipio de Bocana de Paiwas. | 15 |
| 3. | Ubicación de finca Rancho Escondido, en la comarca Calderón | 16 |
| 4. | Porcentaje de calidad de calostro mediante calostrómetro. | 25 |
| 5. | Porcentaje de calidad del calostro mediante refractómetro. | 27 |
| 6. | Dispersión de mg/ml de IgG en muestra de calostro según el N° de lactancia. | 31 |
| 7. | Dispersión de grados brix en muestras de calostro según el N° de lactancia. | 33 |
| 8. | Porcentaje de calidad de calostros según la estación del año. | 34 |
| 9. | Distribución mg/ml IgG según la condición corporal. | 36 |
| 10. | Distribución de los grados brix según la condición corporal. | 37 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | | PÁGINA |
|-------|--|--------|
| 1. | Formato de recolección de datos. | 45 |
| 2. | Nivel de concordancia de acuerdo con el coeficiente de Kappa de Cohen | 46 |
| 3. | Prueba de Kruskal Wallis entre la raza y los mg/ml de IgG obtenidos por el calostrómetro. | 46 |
| 4. | Prueba de Kruskal Wallis entre la raza y los grados brix obtenidos con el refractómetro. | 46 |
| 5. | Correlación lineal de Spearman (R^2) entre el número de lactancia y los mg/ml de IgG obtenidos con el calostrómetro. | 47 |
| 6. | Correlación lineal Spearman (R^2) entre el número de lactancia y los grados brix obtenidos con el refractómetro. | 47 |
| 7. | Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. | 47 |
| 8. | Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. | 48 |
| 9. | Coefficiente de correlación de Spearman entre la condición corporal y los mg/ml de IgG. | 48 |
| 10. | Coefficiente de correlación Spearman entre la condición corporal y grados brix. | 48 |
| 11. | Evaluación de calostro utilizando el calostrómetro. | 49 |
| 12. | Evaluación del calostro utilizando el refractómetro | 49 |

RESUMEN

En Nicaragua la ganadería bovina constituye uno de los rubros más importante para la economía nacional. Los bovinos debido a la característica de su placenta sindesmocorial cotiledonaria, los terneros nacen sin inmunidad activa contra las enfermedades de su medio. Para adquirir protección inmunológica durante las primeras semanas de vida, la cría consume el calostro, que es la primera secreción láctea que produce la vaca después del parto y este a su vez es rico en inmunoglobulinas, anticuerpos, energía y proteína. En la actualidad los métodos más utilizados para determinar la calidad del calostro en campo son el calostrómetro y el refractómetro grados Brix. Los objetivos de esta investigación fueron determinar la calidad del calostro bovino y relacionar la calidad del calostro y diferentes factores asociados (encaste, número de lactancia, estación del año y condición corporal) en la finca Rancho Escondido del municipio de Bocana de Paiwas. El estudio fue descriptivo, evaluando variables como: calidad del calostro por medio de ambos métodos, la concordancia entre los resultados obtenidos, la calidad de calostro y factores asociados. Se utilizó una muestra por conveniencia de 30 vacas de una población total de 50 hembras preparto. Para la evaluación con el calostrómetro se tomaron 250ml de calostro y se depositaron en el recipiente de plástico del kit del calostrómetro, posterior se llevó a cabo la medición colocando el calostrómetro hasta que este flotara de manera estable. Para la evaluación con el refractómetro, se tomaron tres gotas de calostro recién extraído y se colocaron sobre el lente del refractómetro, la muestra se observó directamente a través del visor, hacia la luz identificando el valor numérico. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, prueba de Kruskal Wallis, coeficiente de Kappa de Cohen, prueba T no paramétrica, y coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados obtenidos fueron: El 80% de las muestras evaluadas por el calostrómetro presentaron una concentración de inmunoglobulina G superior a 50 mg/ml, lo que nos señala un calostro de buena calidad, y mediante el refractómetro el 63.33% de las muestras presentaron valores superiores a 22 grados brix, que es la puntuación que nos indica un calostro de buena calidad (>50 mg/ml de IgG). Entre ambos métodos se obtuvo una similitud del 48%. No se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en la calidad del calostro según el encaste, y según estación del año. No se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre el número de lactancia y la calidad del calostro igualmente no se encontró correlación entre la condición corporal y la calidad del calostro ($p > 0.05$).

Palabras claves: Número de lactancia, encaste, condición corporal, refractómetro, calostrómetro.

ABSTRACT

In Nicaragua, cattle farming constitutes one of the most important sectors for the national economy. In cattle, due to the characteristic of their cotyledonary syndesmochorial placenta, calves are born without active immunity against diseases in their environment. To acquire immunological protection during the first weeks of life, the calf consumes colostrum, which is the first milk secretion that the cow produces after giving birth and this in turn is rich in immunoglobulins, antibodies, energy, and protein. Currently, the most used methods to determine the quality of colostrum in the field are the colostrometer and the Brix refractometer. The objectives of this research were to determine the quality of bovine colostrum and to relate the quality of colostrum and different associated factors (lactation, lactation number, season of the year and body condition) on the Rancho Escondido farm in the municipality of Bocana de Paiwas. The study was descriptive, evaluating variables such as: colostrum quality through both methods, the agreement between the results obtained, colostrum quality and associated factors. A convenience sample of thirty cows was used from a total population of fifty prepartum females. For the evaluation with the colostrometer, 250ml of colostrum was taken and placed in the plastic container of the colostrometer kit. The measurement was then conducted by placing the colostrometer until it floated stably. For the evaluation with the refractometer, three drops of freshly extracted colostrum were taken and placed on the lens of the refractometer, the sample was observed directly through the viewer, towards the light, identifying the numerical value. The data were analyzed using descriptive statistics, Kruskal Wallis test, Cohen's Kappa coefficient, non-parametric T test, and Spearman correlation coefficient. The results obtained were: 80% of the samples evaluated by the colostrometer presented an immunoglobulin G concentration greater than 50 mg/ml, which indicates a good quality colostrum, and using the refractometer 63.33% of the samples presented values higher than 22 degrees Brix, which is the score that indicates good quality colostrum (>50 mg/ml of IgG). A similarity of 48% was obtained between both methods. No significant statistical difference was found ($p \geq 0.05$) in the quality of colostrum according to the insertion, and according to season of the year. No statistically significant correlation was observed ($p \geq 0.05$) between lactation number and colostrum quality. Likewise, no correlation was found between body condition and colostrum quality ($p \geq 0.05$).

Keywords: Breastfeeding number, insertion, body condition, refractometer, colostrometer.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua la ganadería bovina constituye uno de los rubros más importantes para la economía nacional. De acuerdo con El 19 Digital (2022) durante el año 2022 se sacrificaron un total de 788 mil cabezas de ganado del ható nacional, igualmente se registró un 1.2 millones de vacas en ordeño, con una producción de 4.3 millones de litros de leche por día, mostrando incremento de 1.6%, con relación a la producción registrada el año anterior, aportando alrededor de mil millones de dólares y posicionándose como el primer rubro en las exportaciones de nuestro país.

En la especie bovina, según Bonaudi y Caffera (2021), debido a las características de su placenta sindesmocorial cotiledoniaria, los terneros nacen sin inmunidad activa contra las enfermedades de su medio. Hasta que puedan desarrollar dicha capacidad a través de la exposición a los microorganismos presentes en su entorno, dependen en su totalidad de la inmunidad pasiva adquirida del calostro a través de su madre. El calostro según Chahin (2014), es la primera secreción láctea que se produce en la glándula mamaria de los mamíferos, la cual es segregada después del parto.

Para Jacome et al., (2016) el calostro es el primer alimento que consumen las crías, es un nutriente con altísimo poder energético, mineral y proteico y sobre todo al ser consumido en cantidad suficiente disminuye la mortalidad y la presentación de algunas situaciones como diarreas, cólicos, deshidrataciones, y neumonías, además ofrece la protección que la madre no logra transferir a la cría durante su embarazo.

Entre las inmunoglobulinas presentes en el calostro Godden (2008), menciona que la inmunoglobulina G (IgG) representa del 85 % al 90% del total de inmunoglobulinas presentes, mientras que la inmunoglobulina A (IgA) y la inmunoglobulina M (IgM) representan el 5 y el 7% respectivamente. En cuanto a las funciones de las inmunoglobulinas Casas y Canto (2015) afirman que la IgG ayuda a identificar y destruir los patógenos invasores, la IgM son los que sirven como la primera línea de defensa en los casos de septicemia y la IgA se adhiere a la mucosa intestinal y previene a su vez que los microorganismos patógenos se adhieran y colonicen dicha área.

En la actualidad los métodos más utilizados en las lecherías especializadas para determinar si un calostro es adecuado para suministrar a una cría, son el calostrómetro y refractómetro, según Berra y Mate (1998) el calostrómetro es una herramienta que estima la concentración de inmunoglobulinas presentes en el calostro. Casas y Canto (2015) afirman que el refractómetro Brix es un instrumento que mide sólidos para determinar la calidad del calostro y que no es afectado por la temperatura además es fácil de usar y solo requiere una gota de calostro.

Debido a que en Nicaragua no hay estudios acerca de la calidad del calostro en las fincas del país, y en busca de un método que permita al productor determinar el mejor calostro para suministrar a sus becerros, en la presente investigación se evaluó la calidad del calostro utilizando los métodos antes descritos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del calostro bovino en la finca Rancho Escondido del municipio de Bocana de Paiwas, Región Autónoma del Caribe Sur, periodo abril-agosto 2023.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la calidad del calostro bovino por medio de dos métodos (calostrómetro y refractómetro) en la finca Rancho Escondido del municipio de Bocana de Paiwas, RACCS, periodo abril-agosto 2023.

- Calcular la concordancia entre los resultados obtenidos por el refractómetro y el calostrómetro, en finca Rancho Escondido de Bocana de Paiwas, Región Autónoma del Caribe Sur, periodo abril-agosto 2023.

- Relacionar la calidad del calostro bovino y diferentes factores (encaste, número de lactancia, estación del año y condición corporal) en finca Rancho Escondido de Bocana de Paiwas, Región Autónoma del Caribe Sur, periodo abril-agosto 2023.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedentes

Fortín y Perdomo (2009) llevaron a cabo un estudio en dos ganaderías en Tegucigalpa, Honduras, donde determinaron la calidad de calostro bovino en base a la densidad y concentración de Inmunoglobulina G (IgG), junto con el desarrollo de los terneros hasta los 30 días, consideraron como variable el número de partos de lactancias de las vacas en estudio. Utilizaron un total de 51 vacas de una a más lactancias, las cuales se sometieron a evaluación ginecológica, se tomó como criterio de inclusión la condición corporal; fueron divididas en cuatro tratamientos, vacas de primer, segundo, tercero y cuarto a más partos. En las vacas de dos y tres partos se obtuvo la mayor densidad con 115.38 y 120 mg/ml de IgG respectivamente, la mejor concentración de IgG se encontró en las vacas de tres partos con 232.46 mg/ml de IgG. Se encontraron correlaciones bajas pero positivas entre densidad y número de partos ($r=0.14561$; $P=0.0092$); y concentración de IgG y densidad ($r=0.24961$; $P<0.0001$).

Matamala (2014) evaluó la calidad del calostro en vacas de lechería de alta producción en la zona central de Chile. Para tal fin llevó a cabo la recolección de un total de 294 muestras de calostro perteneciente a 4 lecherías de alta producción. El estudio concluyó que el 75,5% y el 72,5% de las muestras analizadas, a través de dos métodos indirectos como son el calostrómetro y el refractómetro grados Brix respectivamente, fueron de buena calidad (>50 mg/ml de IgG). El 71% de los calostros producidos por vacas en primera lactancia, fueron de buena calidad (>50 mg/ml de IgG). Los calostros de buena calidad de vacas de 2 o más lactancias, medidos a través de calostrómetro y refractómetro grados Brix, fueron de 76,9% y 72,9% respectivamente y por último determinaron una concordancia moderada medida a través del coeficiente de Kappa de Cohen ($k=0,4$) entre los instrumentos para clasificar calostros con <50 mg/ml de IgG y >50 mg/ml de IgG de respectivamente.

Chahin (2014) evaluó el refractómetro Brix como método de evaluación indirecta de la calidad del calostro, en vacas lecheras a pastoreo en Chile. Se analizaron 100 muestras de calostro provenientes de vacas Holstein y para la determinación de la concentración de IgG se utilizó el método de espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) y dichos valores se

correlacionaron con los grados Brix de cada muestra evaluada, esto se realizó tanto al total de vacas como según su número de lactancias. Al analizar los valores se mostró un buen ajuste de los valores obtenidos por ambos métodos. En el caso del refractómetro Brix su punto de corte donde el calostro se considera de buena calidad fue de 18 grados. Se concluyó que el Refractómetro Brix es un método indirecto que permite detectar calostros de excelente calidad.

Vargas (2018) evaluaron la calidad del calostro con el calostrómetro y lo relacionaron con los distintos factores que afectan la calidad de este (condición corporal, tipo racial etc.). El estudio lo realizaron entre los meses de marzo a abril del 2018, recolectaron muestras de calostro de 60 vacas recién paridas. El resultado que obtuvieron fue que el 96.7% de las muestras evaluadas con el calostrómetro fueron de buena calidad ($>50\text{mg/ml}$). No encontraron una relación negativa entre la edad de la madre y la calidad del calostro, así como tampoco entre el número de partos y la calidad del calostro, y no observaron una correlación estadísticamente significativa entre el tiempo de secado y calidad de calostro. Determinaron que existe una correlación estadísticamente significativa entre la condición corporal de las madres y la calidad de calostro.

Zentrich et al. (2019) examinó el efecto del clima del establo y los factores antes mencionados sobre la calidad del calostro. Recopilaron muestras de 1381 vacas Holstein multíparas durante el periodo de agosto de 2014 a agosto de 2015. Recolectaron el calostro una hora después del parto, posteriormente registraron la cantidad y calidad del primer calostro, y la estimaron mediante reflectometría Brix para cada vaca. Los datos adicionales registrados fueron la paridad, la puntuación de la condición corporal al momento del secado, la duración del periodo seco, la ración suministrada AP, los datos de producción de leche de la lactancia anterior y actual, los recuentos de células somáticas de la leche y el β -hidroxibutirato. Durante el periodo de estudio, registraron la temperatura y la humedad en la granja a cada hora y calcularon al final el índice de temperatura-humedad (THI). En el análisis estadístico realizaron una regresión lineal con la calidad del calostro como variable dependiente y un modelo final con los datos antes mencionados. Al realizar el análisis de clasificación y árbol de regresión encontraron que la cantidad del calostro fue el factor más importante en este modelo [Importancia normalizada (NI) 100%]. Le siguieron con importancia decreciente la paridad (NI 42,7%), la duración del periodo seco (NI 37,1%) y los factores climáticos (NI 0,4 a 1,9%). Los resultados indicados encontraron que los factores más

importantes para la calidad del calostro, como la cantidad y la paridad, pueden no verse influenciados por el manejo. Los dos factores que pueden estar influenciados por el manejo como la duración del período seco y los factores climáticos, fueron cuantitativamente de menor importancia en comparación con los otros dos factores.

3.2 Composición química del calostro bovino

Wattiaux (2000) define al calostro como “una secreción densa, cremosa y amarilla que es colectada de la ubre después del parto. Por definición, únicamente la secreción del primer ordeño después del parto debe de ser denominada calostro” (p.1).

Flórez (2002) expresa que el calostro en su composición:

Difiere apreciablemente de la leche en composición, propiedades físicas y funciones. Contiene nutrientes muy importantes para el ternero porque le suministran su primer alimento, le ayudan a adaptarse al nuevo ambiente y lo protegen en los primeros meses de vida contra las enfermedades. Es de color amarillo a rosa, consistencia espesa, y contiene 60 veces más Inmunoglobulinas, dos veces más sólidos y energía, 100 veces más vitamina A, 6 veces más proteína y 3 veces más minerales que la leche. También contiene factores de crecimiento, leucocitos e Inmunoglobulinas que son transferidos de la vaca al recién nacido. (p. 2)

Cuadro 1. Composición del calostro

| Componentes | Número de Ordeño | | | | | |
|----------------------------|------------------|------|---------------------|------|------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 11 |
| | Calostro | | Leche de transición | | | Leche entera |
| Sólidos totales (%) | 23,9 | 17,9 | 14,1 | 13,9 | 13,6 | 12,5 |
| Grasa (%) | 6,7 | 5,4 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3,2 |
| Proteína * (%) | 14,0 | 8,4 | 5,1 | 4,2 | 4,1 | 3,2 |
| Anticuerpos (%) | 6,0 | 4,2 | 2,4 | 0,2 | 0,1 | 0,09 |
| Lactosa (%) | 2,7 | 3,9 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,9 |
| Minerales (%) | 1,11 | 0,95 | 0,87 | 0,82 | 0,81 | 0,74 |

| | | | | | | |
|-------------------------|-------|---|-------|---|------|------|
| Vitamina A ug/dl | 295,0 | - | 113,0 | - | 74,0 | 34,0 |
|-------------------------|-------|---|-------|---|------|------|

Fuente: Wattiaux (2000)

3.2.1 Factores que modifican la composición del calostro

Edad y número de partos de la madre

En este sentido, Polanco (2021) describe que:

Las concentraciones de inmunoglobulinas (Ig) son más bajas en animales primerizos que en vacas adultas multíparas. Además, las vacas adultas tienen un sistema inmune más desarrollado debido a una mayor exposición de antígenos durante su vida, los cuales serán transmitidos a las crías. Igualmente, la capacidad secretora de la glándula mamaria es superior y poseen un mecanismo activo de transporte de inmunoglobulinas. (p. 19)

“El calostro producido por animales de primer parto tiene generalmente menor concentración de inmunoglobulinas, pero mejora progresivamente hasta la tercera o cuarta lactación, a partir de la cual se estabiliza” (Aguirre et al., 2011, p. 3).

Duración del período seco

Polanco (2021), señala que:

Se aconseja que la duración del período seco sea alrededor de 60 días, debido a que la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se realiza en el último mes de gestación del animal. Un parto prematuro o un período seco muy corto originan un calostro bajo en inmunoglobulinas. (p.19)

Resultados por estación del año

El momento del parto, tomando en cuenta que las vacas que paren en verano producen calostro en una menor calidad que las que paren en otras épocas del año (Morin et al. 2001), lo que nos indica que existen variaciones estacionales en cuanto a la calidad calostrual. (Arancibia, 2009)

Condición Corporal

Campos et al. (2007), describe que:

Una condición corporal deficiente ocasiona que el animal movilice reservas corporales para su mantenimiento, pero simultáneamente no irán para la producción y composición del calostro. En razas lecheras se debe asegurar que estas lleguen al parto con una condición corporal de 3.5-3.75. (p. 4)

Raza

Aguirre et al. (2011), mencionan que:

En razas productoras de leche, cuanto mayor es la producción de calostro, menor es la concentración de inmunoglobulinas. En general, se acepta que las vacas de aptitud lechera, con una producción inferior a 10 kilogramos (kg) en el primer ordeño, suelen producir un calostro de calidad. No obstante, para trabajar con mayor seguridad podemos quedarnos sólo con el calostro de vacas cuya producción sea inferior a los 8,5 kg. (p. 43)

“Las razas especializadas en producción de leche como la Holstein producen una mayor cantidad de calostro, las razas cárnicas producen una menor cantidad de calostro, pero de mejor calidad, compensando así el bajo volumen de éste” (Polanco 2021, p. 20).

Programa de alimentación

Polanco (2021), explica que:

Se debe suministrar un alimento altamente balanceado que proporcione al animal en el período seco los nutrientes necesarios para su mantenimiento y posterior producción de leche. Dietas bajas en proteína o energía provocan una menor producción de calostro y una menor concentración de Inmunoglobulinas. (p.19)

3.3 Funciones del calostro

Campos et al. (2007) afirman que el calostro además de:

Contener un alto porcentaje de agua, energía, proteína, vitaminas y minerales, también, posee factores de crecimiento, elementos protectores de la mucosa del intestino (aglutininas, interferón, interleucinas) e inmunoglobulinas que aseguran un excelente desarrollo del sistema inmune, protección contra bacterias entéricas y un adecuado crecimiento. (p. 3)

En cuanto a la absorción del calostro Flores (2002) indica que:

El intestino del recién nacido es muy eficiente para la absorción de grandes moléculas, incluyendo toda la clase de Ig, las que transfiere intactas a la circulación. El intestino absorbe los anticuerpos por 6 horas aproximadamente. Después de este tiempo, su capacidad de absorción disminuye y es nula a las 24 horas de vida. De esta forma en los primeros días de vida el ternero se protege contra cualquier patógeno al que la madre ha estado expuesta o vacunada. Los terneros que no reciben una cantidad adecuada de calostro están más propensos a enfermar o morir en las primeras semanas de vida.

Los efectos benéficos del calostro son la reducción en las tasas de morbilidad y mortalidad, disminución de los días de enfermedad, más tiempo para el primer evento de enfermedad, pocos días con viremia, reducción de los costos de tratamiento, mejor ganancia de peso y aumento de la productividad. (p. 3)

También en cuanto a los factores de crecimiento presentes en el calostro Campos et al. (2007) menciona que son:

- ✓ Factor de crecimiento epitelial (EgF).
- ✓ Factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II).
- ✓ Factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF).

- ✓ Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF).
- ✓ Factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B).
- ✓ Hormona del crecimiento (GH).

El mismo autor agrega:

Los factores de crecimiento presentes en el calostro aumentan la mitosis (reproducción) de las células y el crecimiento de los tejidos al estimular la síntesis de DNA y RNA, dichos factores pueden aumentar el número de células "T", aceleran el proceso de cicatrización de heridas, estabilizan los niveles de glucosa, disminuyen la necesidad de insulina, aumentan el crecimiento óseo y muscular, además estimulan la oxidación de las grasas. (p. 4)

3.4 Fisiología de producción del calostro

En cuanto al concepto fisiológico del calostro Domínguez (2018) nos indica que:

El calostro es la acumulación de secreciones lácteas en la glándula mamaria en las últimas semanas de la gestación, bajo la influencia de los estrógenos y la progesterona y disponible dentro de las primeras 24 horas después del parto. Es especialmente rico en Ig o anticuerpos, los cuales proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida. (p. 3.)

En la génesis del calostro Olivera-Ángel y Huertas-Molina (2020) mencionan que:

Durante la lactogénesis I, la glándula mamaria produce el calostro materno aproximadamente desde la tercera semana antes del parto, debido a la baja concentración de estrógenos y prolactina y alta concentración de progesterona. Como se ve en la Figura 1, para llevar la IgG sérica circulante al lumen, la célula epitelial mamaria expresa el receptor específico FcRn neonatal, que media el paso desde el espacio extracelular en el extremo basal de la célula al lumen alveolar mamario. La unión del ligando con el receptor de alta afinidad (IgG-FcRn) se da a un pH menor de 6,5, en uno mayor a 7 se da uno débil

o ninguna. Una vez ocurre la unión de la IgG con el receptor FcRn se da el tránsito intracelular y la IgG es transportada al extremo apical, el receptor es reciclado y queda habilitado nuevamente. Las células epiteliales alveolares dejan de expresar este receptor al inicio de la lactancia, probablemente en respuesta al aumento de las concentraciones de prolactina. (p. 21)

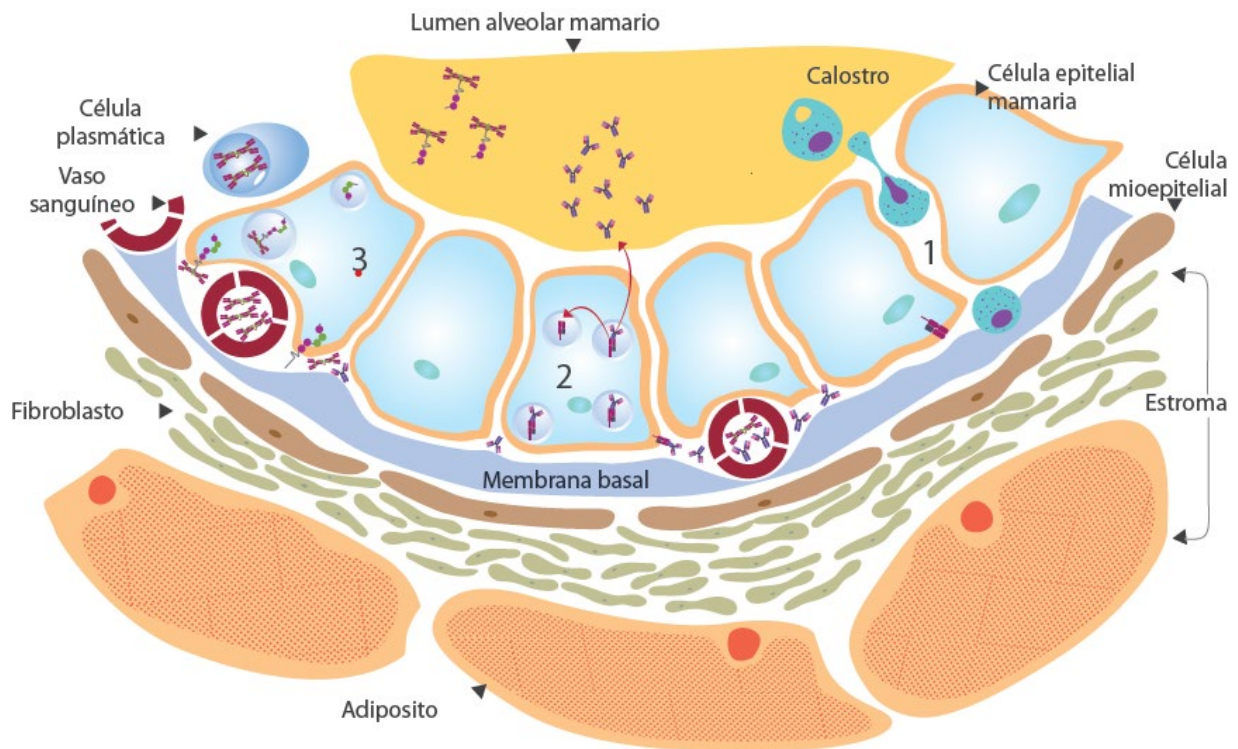


Figura 1. Fenómeno de transcitosis de IgG e IgA. Fuente Olivera-Ángel y Huertas-Molina (2020)

3.5 Influencia inmunológica del calostro en los neonatos

Según Elizondo (2007) al nacimiento los terneros:

No poseen la capacidad de producir suficientes inmunoglobulinas que ayuden a combatir las infecciones. Por su parte, el calostro, la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, es especialmente rico en Ig o anticuerpos, los cuáles proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida. El calostro

contiene más de 106 inmunocélulas maternas viables por mililitro, incluyendo linfocitos T y B, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol. El papel de estos factores de crecimiento y hormonas juegan un papel importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida. (p. 1)

3.6 Métodos de valoración del calostro

3.6.1 Métodos Directos

Ensayo de inmunodifusión radial

Saleski et al. (2017), explican que:

El ensayo de inmunodifusión radial (IDR) otorga la capacidad de medir los niveles reales de IgG en el calostro. Es el método es el más confiable para evaluar la calidad del calostro, siendo utilizado frecuentemente en ensayos experimentales. La desventaja de su uso es su elevado costo y la tardanza en los resultados (generalmente demoran más de 48 horas). Este no es un método práctico para medir la calidad del calostro a campo, porque que el ensayo de inmunodifusión radial es propenso a errores en los resultados, sobre todo con el calostro de especies bovinas. (p. 19)

3.6.2 Métodos Indirectos

Calostrómetro

Saleski et al. (2017) describe al calostrómetro como un:

Instrumento hidrométrico que relaciona la densidad específica del calostro con la concentración de inmunoglobulinas a través de la flotabilidad del instrumento. El mismo se fundamenta que a mayor concentración de IgG contenidas en calostro, más denso va a ser, lo cual mostrará una mayor gravedad específica y debido a esto el calostrómetro flotará

más. La sensibilidad y especificidad del instrumento para detectar calostro de baja calidad es de 32 y 97% respectivamente. (p. 19)

En cuanto a las escalas de medición del calostrómetro Elizondo (2007) describe que:

El calostrómetro está calibrado en intervalos de 5 mg/ml de IgG y clasifica al calostro en pobre (rojo) para concentraciones menores a 22 mg/ml de IgG, moderado (Amarillo) para concentraciones entre 22 y 50 mg/ml de IgG; y excelente (verde) para concentraciones mayores a 50 mg/ml de IgG. El calostrómetro, aunque no provee una medida exacta, permite estimar la calidad de calostro antes de ser alimentado a las terneras y evitar así un fracaso en la transferencia de la inmunidad pasiva por el uso de un calostro de baja calidad. La lectura del calostrómetro depende altamente de la temperatura del calostro. (p. 7)

Casas y Canto (2015) afirman que entre las muchas ventajas que tiene el calostrómetro como método de medición son:

- ✓ Permite conocer la calidad del calostro que se le otorgará a la ternera
- ✓ Permite prevenir enfermedades en las terneras
- ✓ Su precio no es elevado
- ✓ Se puede utilizar en condiciones de campo
- ✓ Es fácil de utilizar y no necesita personal altamente especializado. (p. 3)

Refractómetro Brix

Este aparato, según Saleski et al. (2017) funciona de la siguiente manera:

El refractómetro tiene como principio cuantificar el haz de luz que se refracta al traspasar una muestra de líquido. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz. Hoy en el mercado se encuentran dos tipos de refractómetros: los digitales y los ópticos; arrojando ambos similares resultados, siendo más simples de utilizar los digitales. El instrumento que se utiliza en la evaluación de calostro se calibra con la escala Brix. Los refractómetros con escala Brix miden la cantidad de sacarosa presente en una solución, pero cuando es utilizado en una solución que no

contiene sacarosa estima la cantidad de sólidos totales. La sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 90-92,5% y 80-85% respectivamente. (p. 20)

Entre las ventajas del refractómetro Brix a diferencia del calostrómetro, Casas y Canto (2015) afirman que:

- ✓ Permite conocer si la ternera recibió calostro
- ✓ Permite conocer el grado de inmunidad en las terneras
- ✓ Es fácil de utilizar y no necesita personal altamente especializado
- ✓ Es de fácil acceso y su costo es más elevado que el calostrómetro
- ✓ Es una forma de supervisar si personal encargado ha realizado el proceso de encalostrado correctamente. (p.3)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación y fechas del estudio

El municipio de Bocana de Paiwas está ubicado en la Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), a unos 227 km de la capital Managua, limita al norte con el municipio de Mulukuku, al sur con los municipios del Rama y Camoapa, al este con los municipios de la Cruz de Rio Grande y el Tortuguero, al oeste con los municipios de Matiguas y Rio Blanco. El municipio tiene una superficie de 2,374.9 km², tiene una altitud media de 145.88 msnm, la temperatura promedio entre los 24 y 25 °C y la temperatura anual oscila entre los 2,400 mm y los 3000 mm con una buena distribución todo el año (Ficha Municipal de Bocana de Paiwas, s. f.).

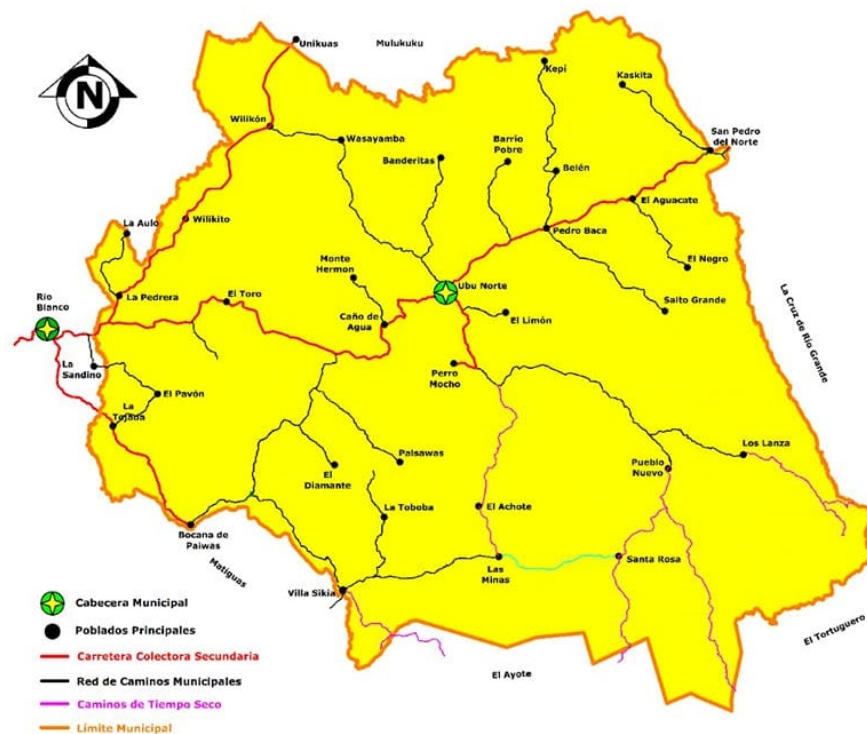


Figura 2. Mapa del Municipio de Bocana de Paiwas Fuente: (Ubú Norte, parte céntrica del Municipio de Paiwas, 2022)

La investigación se realizó en el periodo de abril a agosto de 2023, dividiendo los análisis en dos momentos, periodo seco y periodo lluvioso, para separar los resultados correspondientes a la variable estacional.

El estudio se llevó a cabo en la finca “Rancho Escondido” del señor Fredis Arróliga Barrera, ubicada en la comarca Calderón a 40 km de la ciudad de Bocana de Paiwas, Región Autónoma del Atlántico Sur, la posición geográfica exacta es: 12°46'28.9"N 84°45'34.3"W.

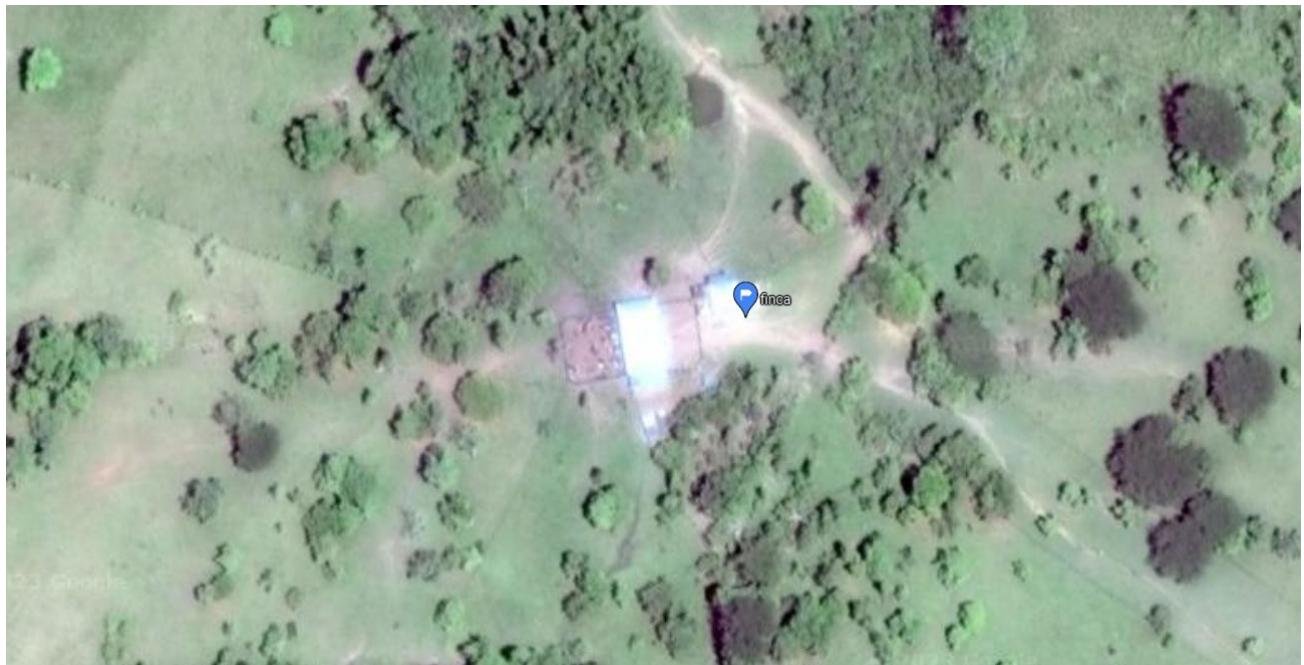


Figura 3. Ubicación de la finca Rancho Escondido, en la comarca Calderón. Fuente (Google Earth, 2023)

4.2. Diseño de la investigación

El estudio realizado fue de tipo descriptivo, no experimental, de corte transversal con enfoque mixto, consistiendo en la evaluación de la calidad del calostro bovino por medio de dos métodos de medición, calostrómetro y refractómetro, las vacas sometidas al estudio fueron las que entraron en periodo de lactancia (inmediatamente después del parto) durante el periodo de tiempo que según estimaciones de la palpación rectal que se realizaron a dichas vacas en fase de parto, correspondieron a los meses de abril-agosto en la finca en estudio.

La alimentación de las vacas preparto es a base de pastoreo con suplementación de sales minerales *ad libitum*. Luego de la recolección de datos en el periodo establecido, se estratificaron los resultados por raza, número de partos, momento del parto y condición corporal.

4.2.1 Medición mediante calostrómetro

- ✓ Se extrajeron 250 ml de calostro y se depositó en el recipiente de plástico del kit de calostrómetro.
- ✓ Posteriormente se procedió a colocar el calostro a temperatura ambiente para que se enfriara y alcanzara una temperatura de 22 grados Celsius, lo cual se midió en todo momento con el termómetro para líquidos de lectura instantánea.
- ✓ Una vez alcanzada la temperatura ideal se introdujo el calostrómetro en el recipiente, y se realizará la medición hasta que el calostrómetro flotará de forma estable. (Casas y Canto 2015)

4.2.2 Medición mediante refractómetro

- ✓ Se tomaron tres gotas de calostro recién extraído y se colocó directamente sobre la lente del refractómetro.
- ✓ Una vez colocada la muestra se observó a través del visor directamente hacia la luz determinando donde termina el área blanca y donde inicia el área azul identificando el valor numérico. (Bücher, s.f)

4.2.3. Población y muestra

El muestreo aplicado para esta investigación fue por conveniencia, no probabilístico, en dependencia de las vacas paridas en este caso 30, de una población de 50 hembras gestadas al inicio del estudio, según manejo y registro reproductivo de la finca propuesta para el estudio.

4.3 Datos evaluados

4.3.1 Calidad de calostro bovino

Según Schogor et al. (2020) el calostro esta constituido por componentes indispensables para los terneros, en especial se encuentran altas concentraciones de las inmunoglobulinas, Estos compuestos pueden ser medidos con el fin de determinar la calidad del calostro, considerándose de alta calidad cuando la concentración de inmunoglobulina G del calostro (IgG) sea superior a 50 mg/ml de IgG.

De esta variable se midieron las siguientes subvariables:

- ✓ Calidad de calostro mediante calostrómetro
- ✓ Calidad de calostro mediante Refractómetro

Calidad del Calostro mediante calostrómetro

Según Polanco (2021) el calostrómetro es un instrumento de tipo hidrométrico cuya función principal es relacionar la densidad del calostro y la concentración de IgG lo cual a mayor concentración más gravedad específica tendrá, por el cual el calostrómetro flotará en la muestra.

La calidad del calostro será medida siguiendo la escala descrita por Berra y Mate (1998)

Cuadro 2. Escala de clasificación del calostrómetro.

| Categorías | Color | Concentración de IgG (mg/ml de IgG) |
|-----------------|----------|-------------------------------------|
| Buena Calidad | Verde | >50 mg/ml de IgG |
| Mediana Calidad | Amarillo | 30-50 mg/ml de IgG |
| Baja Calidad | Rojo | < 30mg/ml de IgG |

Fuente: (Berra y Mate, 1998)

Los resultados de calidad del calostro mediante el calostrómetro (CCC) fueron expresados como proporciones mediante la siguiente fórmula:

$$CCC = \frac{\text{numero de muestras de calostro segun su calidad}}{\text{Total de muestra de calostro}} \times 100$$

Calidad del calostro mediante refractómetro

La clasificación de la calidad del calostro mediante refractómetro se realizó siguiendo el lineamiento descrito por Dairy Australia (2020):

Una puntuación del Brix sobre el 22% de sólidos totales nos indica un calostro de buena calidad (>50 mg/ml de IgG) tanto para calostros frescos como congelados y refractómetros digitales como no digitales. Si existe un valor Brix menor a 20%, nos indica la presencia de un calostro de mala calidad (<30 mg/ml de IgG). (p. 2)

Cuadro 3. Escala de clasificación del refractómetro.

| Categorías | Escala °Brix | Concentración de IgG (mg/ml de IgG) |
|-------------------|---------------------|--|
| Buena Calidad | >22 °Brix | >50 mg/ml de IgG |
| Mediana Calidad | 20-22 °Brix | 50-30 mg/ml de IgG |
| Baja Calidad | < 20 °Brix | < 30mg/ml de IgG |

Fuente: (Dairy Australia, 2014)

Los resultados de calidad del calostro mediante refractómetro (CCR) fueron expresados como proporciones mediante la siguiente fórmula:

$$CCR = \frac{\text{numero de muestras de calostro segun su calidad}}{\text{Total de muestra de calostro}} \times 100$$

4.3.2 Concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos

Cortés-Reyes et al. (2010) define a la concordancia en términos generales como:

El grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado. Por lo tanto, la concordancia adquiere importancia cuando se desea conocer si con un método o instrumento nuevo, diferente al habitual, se obtienen resultados equivalentes de tal manera que eventualmente uno y otro puedan ser remplazados o intercambiados ya sea porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y por lo tanto más costo-efectivo, o porque uno de ellos resulta más seguro para el paciente, entre otras múltiples razones. (pág. 248)

Para determinar esta subvariable se usó la prueba de Coeficiente de Kappa de Cohen para evaluar la concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos.

4.3.3 Calidad de calostro bovino y factores asociados

Según Espada et al. (2011) la calidad del calostro no depende solamente de las concentraciones de inmunoglobulinas, también se encuentra relacionada con el volumen de calostro producido el cual depende de diversos factores.

En esta investigación se determinó la calidad del calostro según:

- ✓ El encaste
- ✓ Numero de lactancia
- ✓ Estación del año
- ✓ Condición corporal

Calidad del calostro según el encaste

El encaste de cada vaca al ser una característica fenotípica muy distinguible, esta fue constatada mediante la observación a las vacas postparto y se anotará en el Anexo 1.

Calidad del calostro según el número de lactancia

Para precisar el número de partos de las vacas en estudio, se entrevistó al productor o encargado de la unidad de producción y se recabo los datos en el Anexo 1.

Calidad del calostro según la estación del año

Para determinar la estación del año se consideró la fecha y estación en que se produjo el momento del parto (verano, invierno).

Calidad del calostro según la condición corporal

Para determinar la condición corporal (CC) se procedió a realizar una observación directa de cada vaca en preparto, utilizando la escala de Edmonton (1989) cuyos parámetros según Morales *et al.* (2013), consisten en:

- Una escala entre 1 y 5, pero es capaz de discriminar de hasta 0,25 puntos. Los valores de la condición corporal iguales o menor 2,75:
- Punta de nalga es redondeada (llena), entonces la CC= 2,75; si es angular entonces la CC será de 2,5 o menos.
- Para determinar CC menores a 2,5 deberá observarse la distancia entre apófisis transversa y espinosa. Si se puede observar menos de la mitad de la distancia entonces la CC= 2,5, si

se observa la mitad de la distancia entonces la CC es 2, y si la distancia visible es de $\frac{3}{4}$ la CC será de 1,5 o menos. (p. 1)

CC mayores a 3:

- Si la zona alrededor del nacimiento de la cola presenta algo de grasa, tapando parcialmente el ligamento de la cola entonces la CC= 3,5.
- Cuando el ángulo entre punta de cadera y punta de nalga es plano y no se observan los ligamentos de la cola y del sacro, pero aún se aprecia la última costilla la CC= 4.
- Si ya no se aprecia la última costilla la CC= 4,5.
- Cuando ya no se observan las prominencias óseas porque están cubierta por grasa la CC= 5. (p. 2)

4.4 Análisis de datos

Los datos serán analizados utilizando técnicas de estadística descriptiva, tales como el cálculo de promedios, mediana y desviación estándar. Se establecerá el porcentaje de calostros de buena, mediana y mala calidad. Además, se el programa IBM SPSS Statistics 26 para determinar la concordancia entre los dos métodos utilizados (Calostrómetro y refractómetro), empleando la prueba estadística conocida como coeficiente de Kappa de Cohen. Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para evaluar la diferencia entre el encaste y la condición corporal. Asimismo, se empleó la prueba no paramétrica T para muestras independientes, para comparar la calidad del calostro entre las estaciones del año, también se evaluó la correlación existente entre número de lactancias y calidad del calostro obtenida mediante ambos métodos mediante correlación lineal de Pearson. Y por último se determinó la correlación entre la condición corporal y la calidad del calostro, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

Kappa de Cohen

$$K = (p_o - p_e) / (1 - p_e)$$

Donde:

P_o : acuerdo relativo observado entre los evaluados.

P_e : probabilidad hipotética de acuerdo con el azar.

Prueba de Kruskal Wallis

$$H = 12N(N+1) \sum_{i=1}^k R_i^2 / n_i - 3(N+1)$$

Prueba T para muestras independientes no paramétricas.

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

Donde:

t : estadístico t calculado.

X_1, X_2 : medias muestrales.

S_c^2 : Varianza común.

Coefficiente de correlación de Spearman

r_s = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d= diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = número de datos

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Prueba Wilcoxon

$$W^+ = \sum_{z_i} R_i$$

Donde:

W^+ es la suma de los rangos R_i correspondientes a los valores positivos de z_i .

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Calidad del calostro

5.1.1 Calidad del calostro mediante calostrómetro

En la figura 4 se muestran los porcentajes por calidad del calostro obtenidos por medio del calostrómetro como se aprecian un 76.66% de las hembras bovinas mostraron un calostro superior a 50 mg/ml de IgG, un 6.67 % de mediana calidad (30-50 mg/ml de IgG), y 16.67% de mala calidad (< 30mg/ml de IgG).

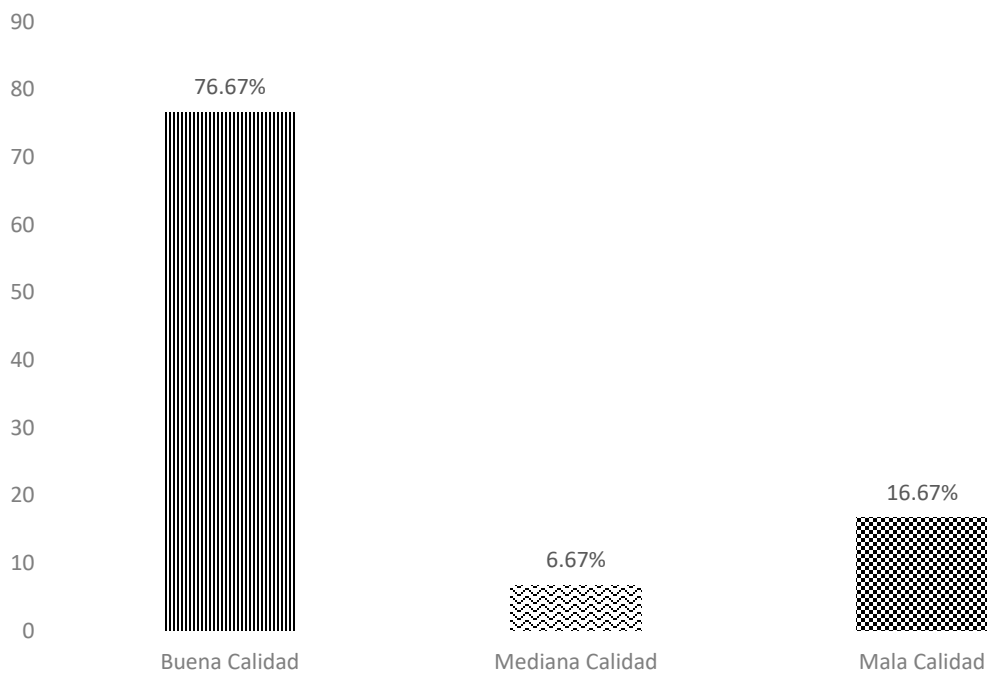


Figura 4. Porcentaje de calidad de calostro mediante calostrómetro.

Los resultados obtenidos por el calostrómetro en este estudio son similares a los obtenidos por Matamala (2014), quien reportó un 75,5% de muestras de calostro de buena calidad, y atribuye estos resultados a las buenas prácticas de manejo realizadas en las lecherías, como protocolos de

vacunación y una buena alimentación postparto. Sin embargo, en lo que respecta a sus resultados de calidad mediana de los calostros, que se sitúa en un 19,7%, y los calostros de mala calidad que se sitúan en un 4,8%, existe una discrepancia comparada a los resultados encontrados en este estudio, donde los mala calidad se sitúan en 16.67% este mayor porcentaje mayor de calostro de mala calidad puede deberse a variables que no fueron analizadas en esta investigación como alimentación preparto y duración del periodo seco que según Polanco (2021) afectan de manera significativa la calidad de los calostros. Los resultados de esta investigación también son similares a Bartier et al. (2015) quienes en un estudio donde recolectaron 519 muestras de calostro provenientes de vacas especializadas en la Provincia de Alberta, Canadá, registraron que 73 de 519 (14.1%) muestras tenían valores menores a 50 mg/ml de IgG, lo que atribuyo al mayor número de granjas representadas en el estudio, y por la tanto a una mayor variedad de condiciones ambientales, de manejo sanitario y prácticas nutricionales que se sabe que afectan la calidad del calostro según Godden (2008).

5.1.2 Calidad del Calostro mediante refractómetro

En la Figura 5, se presentan los porcentajes de calidad del calostro obtenidos mediante el uso del refractómetro. Un 63.33% de las hembras bovinas mostraron una calidad buena (>22 °Brix), un 10% presentó calidad mediana (20-22 °Brix), y un 26.67% exhibió mala calidad (<20 °Brix). Además, es importante destacar que la mayor frecuencia de muestras se encontró en el rango de 18 a 26° Brix, representando un 53.33% del total, con un promedio general de 22.03 °Brix.

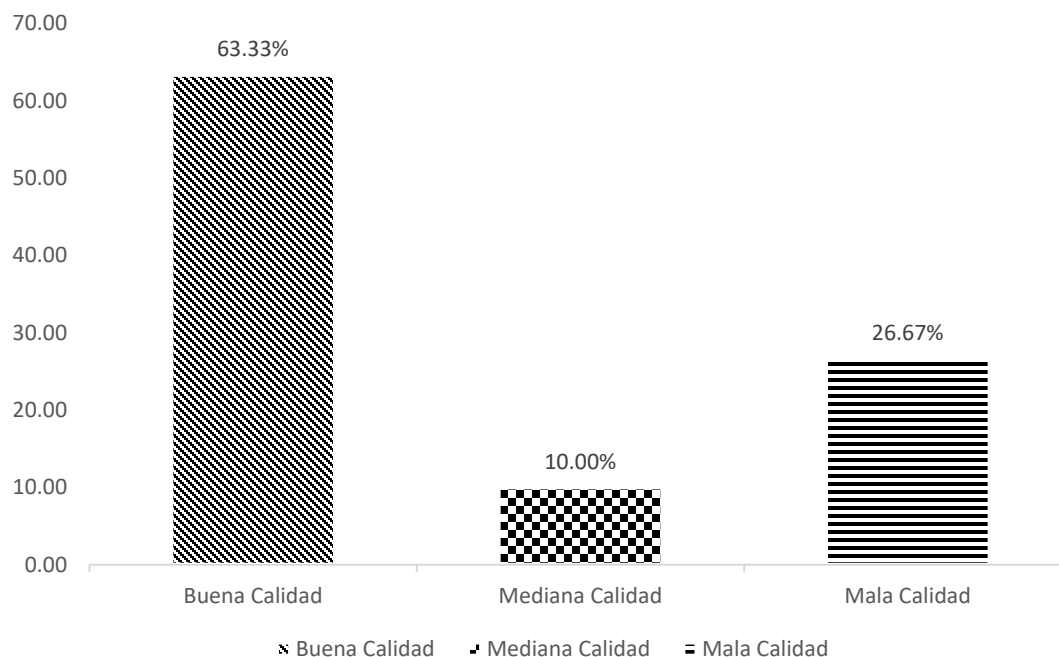


Figura 5. Porcentaje de calidad del calostro mediante refractómetro.

Los resultados de los calostros de buena calidad son comparables a los obtenidos por Lozic Silva (2013), quien informó un 60.95% de muestras de buena calidad. No obstante, existe una discrepancia en cuanto a la calidad mediana, que se sitúa en un 22.85%, y un 16.19% de mala calidad comparada a los obtenidos en este estudio (Véase Figura 5). Igualmente, los resultados difieren de los de Matamala (2014), que registró un 72.5% de muestras de buena calidad, un 18.7% de mediana calidad y un 8.5% de mala es importante mencionar que estos estudios fueron realizados en animales especializados en la producción de leche de raza Holstein en sistemas de producción intensivos lo que conlleva una mejor práctica de manejo preparto.

5.1.3 Concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos

Para obtener la concordancia se realizó la prueba de coeficiente de Kappa de Cohen a como se aprecia en el cuadro 4, entre los resultados obtenidos por el calostrómetro y el refractómetro, el coeficiente obtenido fue de 0.483. Según la escala de Landis y Koch (1977) (Ver Anexo 2), donde se describe el grado de concordancia según la medida del coeficiente de Kappa de Cohen, el grado

de coeficiente obtenido es de grado moderado. Esto significa que existe un 48% de similitud entre los resultados obtenidos por ambos métodos. Estos resultados son iguales a los de Matamala (2014), quien menciona que, al no obtener una concordancia fuerte entre los resultados del calostrómetro y el refractómetro, no se podría determinar cuál se podría utilizar para detectar la calidad del calostro, por lo tanto, concluye es necesario revisar otros factores que puedan afectar los resultados, tales como: la facilidad de utilización, el manejo de las muestras, la precisión y el menor efecto de factores externos que afecten la lectura de los instrumentos.

En relación con lo antes mencionado Bartier et al. (2015) menciona que el calostrómetro, sobreestima la calidad del calostro, por lo que recomiendan que se utilice un punto de corte de 80 mg/ml. Godden (2008) afirma que además de que el calostrómetro sobreestima la calidad calostrálica, sus resultados son afectados de sobremanera por factores externos que afectan la medición como el contenido de grasa y la temperatura a la cual se realiza la medición, por lo tanto, se espera un mayor porcentaje de falsos negativos más en el calostrómetro, según Biemann et al. (2010) los resultados que arroja el refractómetro no son afectados por la temperatura a la cual se evalúa el calostro, lo que sí es un factor que determina de sobremanera los resultados que arroja el refractómetro.

Cuadro 4. Coeficiente de Kappa de Cohen

| Medidas simétricas | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|---------------------------|--------------|--------------------------|
| | | Valor | Error estándar asintótico | T aproximada | Significación aproximada |
| Medida de acuerdo | Kappa | 0.483 | 0.135 | 3.619 | 0.000 |
| N de casos válidos | | 30 | | | |

Fuente: IBM SPSS Statistics version 26

5.2 Calidad de calostro bovino y factores asociados

5.2.1 Encaste

En el cuadro 5, se presentan los porcentajes de calidad del calostro según el encaste de las vacas muestreadas. En el caso de las vacas con encaste Pardo Suizo, se observa que el calostro de buena calidad (BC) representó el 50% según el calostrómetro, mientras que el refractómetro determinó un 75% como de mediana calidad (MIC), y en el caso de mala calidad (MC), el calostrómetro obtuvo un 50%, mientras que el refractómetro registró un 25%, mostrando la mayor discrepancia entre ambos instrumentos.

Cuadro 5. Porcentaje de calidad de calostro bovino por encaste.

| Raza | Valores | Porcentaje Calostrómetro | Porcentaje Refractómetro |
|-------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Brahman | Buena Calidad | 84.62% | 84.62% |
| | Mediana Calidad | 7.69% | 0% |
| | Mala Calidad | 7.69% | 15.38% |
| Guensey | Buena Calidad | 100.00% | 100.00% |
| | Mediana Calidad | 0% | 0% |
| | Mala Calidad | 0% | 0% |
| Holstein | Buena Calidad | 81.82% | 54.55% |
| | Mediana Calidad | 9.09% | 18.18% |
| | Mala Calidad | 9.09% | 27.27% |
| Pardo suizo | Buena Calidad | 50.00% | 0% |
| | Mediana Calidad | 0% | 75.00% |
| | Mala Calidad | 50.00% | 25.00% |

Fuente: Elaboración propia

Para las vacas con encaste Holstein, los calostros de buena calidad representaron el 81.82% según el calostrómetro y el 54.55% según el refractómetro. En cuanto a la calidad mediana, el calostrómetro obtuvo un 9.09%, mientras que el refractómetro registró un 18.18%. En el caso de

la mala calidad, el calostrómetro determinó un 9.09%, mientras que el refractómetro mostró un 27.27%. Aquí también se observa una variación significativa entre ambos instrumentos.

En el caso de las vacas con encaste Guernsey, ambos instrumentos registraron un 100% de calostros de buena calidad, mostrando una coincidencia completa en los resultados. En cuanto a las vacas con encaste Brahman, los resultados para los calostros de buena calidad fueron del 84.62% para ambos instrumentos, un 7.69% de mediana calidad según el calostrómetro, y en los de mala calidad, el calostrómetro determinó un 7.69%, mientras que el refractómetro mostró un 15.38%.

Al realizar la Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para evaluar la diferencia entre los valores de mg/ml de IgG en función del encaste (ver Anexo 3), los resultados indican que no existe una asociación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre las medianas de los diferentes encastes.

Estos resultados a su vez son coherentes con los que mencionan Schogor et al. (2020), quienes determinaron que la concentración media de inmunoglobulina G (IgG) en Jersey y Holstein no mostró diferencias significativas. Además, concluyeron que la genética y el orden de parto, así como la interacción entre estos factores, no influyeron de manera significativa en la concentración de IgG en el calostro.

Resultados diferentes a los obtenidos en esta investigación reportan Morin et al. (2001) quienes encontraron que los calostros de las vacas Pardo Suizo y Ayrshire tenían valores más bajos que los de las vacas Jersey y Holstein. Esto sugiere que la gravedad específica del calostro y la concentración de IgG pueden variar entre razas, lo que podría explicar por qué las marcas de calidad del calostrómetro, desarrolladas con vacas Holstein, no reflejan con precisión las concentraciones de IgG en el calostro de otras razas, es importante aclarar que si bien no se encontró diferencia estadística en relación con el encaste en esta investigación la raza Pardo suizo mostro menor promedio de mg/ml de IgG (37.50 mg/ml).

Igualmente, al realizar la Prueba de Kruskal Wallis a los datos grados brix en relación el encaste (ver Anexo 4), los resultados indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre las medianas de cada uno de los encastes, lo que sugiere que el encaste no está relacionado con la calidad de los calostros.

5.2.2 Numero de lactancia

Calidad por número de lactancia según Calostrómetro

En la Figura 6, se observa la dispersión de las muestras de calostro analizadas con el calostrómetro, con respecto al número de lactancias. En cuanto al promedio de las vacas de primera lactancia, este se ubica en 65 mg/ml de IgG y los calostros de buena calidad representan un 75%, de segunda lactancia se ubica el promedio en 71.25 mg/ml de IgG y los de buena calidad son el 87.5%, y los de 3 a más lactancias el promedio se ubica en 67.5 mg/ml de IgG, y los de buena calidad son el 78.57 % respectivamente.

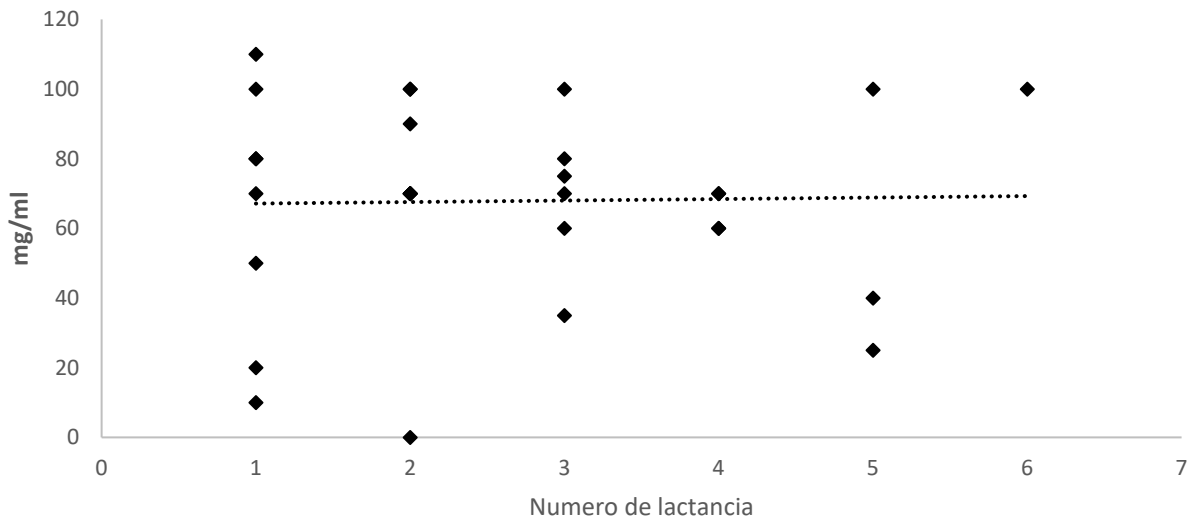


Figura 6. Dispersión de mg/ml de IgG en muestra de calostro según el número de lactancia.

Al realizar el análisis de Correlación de Spearman entre el número de lactancia y los mg/ml de IgG obtenidos con el calostrómetro (ver Anexo 5), no se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que en otras palabras quiere decir que a medida que aumenta el número de lactancias, no existe un aumento significativo de la concentración de IgG.

Estos resultados difieren de los encontrados por Fortín y Perdomo (2009), quienes obtuvieron una mayor densidad ($p < 0.05$) en las vacas de dos y tres partos con 115.38 y 120.00 mg/ml de IgG respectivamente; y la mejor concentración de IgG ($p < 0.05$) la encontraron en las vacas de tres partos con 232.46 mg/ml de IgG. A su vez se diferencian de los resultados alcanzados por Flores y Romero (2013) quienes observaron una diferencia de la densidad del calostro con respecto al número de lactancias, reportando una mejor densidad del calostro en las vacas primerizas a diferencia de las vacas multíparas cuyo calostro disminuía su densidad a medida que aumentaba el número de lactancias, igualmente Campos (2014) atribuye a que existe un factor genético que podría favorecer un mayor expresión de receptores de IgG en las vacas primíparas.

Calidad por número de lactancia según Refractómetro

En la Figura 7 se observa la dispersión del número de lactancias, con respecto a los grados Brix de las muestras de calostro analizadas. En cuanto al promedio de las vacas de primera lactancia, este se ubica en 21.63 grados brix y los calostros de buena calidad representan un 50% del total, en las vacas de segunda lactancia se ubica el promedio en 23 grados brix y los de buena calidad son el 87.5%, y los de 3 a más lactancias el promedio se ubica en 21.71 grados brix, y los de buena calidad son el 57.14 % respectivamente.

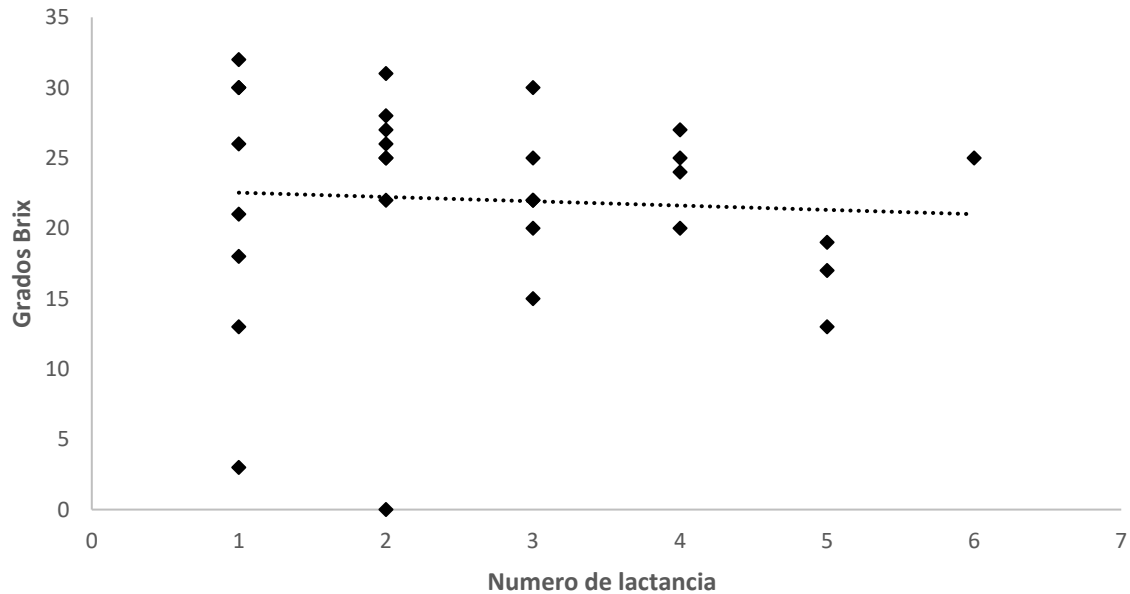


Figura 7. Dispersión de grados brix en muestras de calostro según el número de lactancia

En el análisis de Correlación de Spearman entre el número de lactancia y los grados brix obtenidos con el refractómetro (ver Anexo 6), no se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que nos da a entender que a medida que aumenta el número de lactancias, no existe un aumento significativo de la concentración de IgG.

Los resultados de esta investigación difieren a los obtenidos por Lozic Silva (2013), quien indica que la calidad del calostro aumenta considerablemente en muestras de vacas de segunda lactancia. Igualmente, los resultados encontrados difieren de los de Chahin (2014) quien encontró que el calostro proveniente de vacas primíparas es de calidad superior a los de las demás vacas multíparas y esto a su vez lo relaciono con una mayor exposición a patógenos de dichas vacas en su etapa preparto.

5.2.4 Estación del año

En la figura 8, podemos observar que en el verano y el invierno el calostrómetro determino un porcentaje de 80% de muestras de buena calidad para ambas estaciones, mientras que el refractómetro indico un 60% en el verano y 65% en el invierno. En el caso de los de mediana calidad, el calostrómetro resalto un 10 % en el verano y 5% en el invierno, el refractómetro obtuvo un 15% en verano y 5% en invierno. En los calostros de mala calidad el calostrómetro determino un 10% en el verano y un 15% en el invierno, y en el refractómetro el porcentaje fue de 20% para el verano y 30% para el invierno.

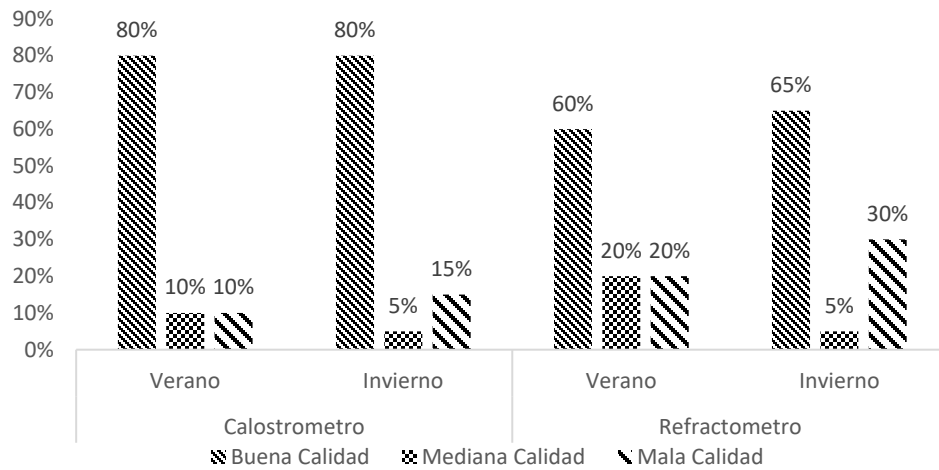


Figura 8. Porcentaje de calidad de calostros según la estación del año

En el (Anexo. 7) se muestran los resultados de la Prueba de T no paramétrica para muestras independientes entre las vacas muestreadas con el calostrómetro y la estación del año. Los resultados indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$), entre la calidad del calostro en época de verano e invierno.

Los valores obtenidos con el calostrómetro difieren un poco del estudio de Morin et al. (2001) las vacas que parieron en verano tuvieron menores valores que aquellas que parieron en otoño, esto lo atribuye a que en los meses de verano incide más el stress calórico, lo que disminuye el consumo de materia seca (CMS) y las concentraciones calostrales de proteínas e inmunoglobulinas.

En el (Anexo.8), se muestran los resultados de la prueba T no paramétrica para muestras independientes entre las vacas muestreadas con el refractómetro y la estación del año. Los resultados indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que sugiere que en la estación del año no influye en la calidad del calostro, y esto se ve determinado porque en la RACS según URACCAN (2006), el clima es muy lluvioso, con precipitaciones de hasta 3000 mm, lo que conlleva a que el forraje este verde incluso en los meses de verano, permitiendo que en esta época del año, la nutrición del animal no se vea afectada y por lo tanto no se encuentren diferencias en la calidad del calostro, comparado con el invierno.

Resultados diferentes obtuvieron Bartier et al. (2015) en su comparación, entre el refractómetro y el calostrómetro, para ver cuál de ambos instrumentos detectaba mejor el calostro de buena calidad en determinada estación del año, encontró que el mes donde se produce el parto, tiene efecto sobre el contenido de IgG en el calostro, por lo cual concluye en base a los resultados, que la estación de parto tiene un efecto significativo sobre la concentración de inmunoglobulinas en el calostro. Por su parte Zentrich et al. (2019) en una investigación analizando el efecto del clima del establo y los factores relacionados con el manejo en la calidad del calostro bovino, utilizando el refractómetro grados Brix, encontraron que las influencias climáticas antes del parto tuvieron un efecto significativo sobre la calidad del calostro, sin embargo el análisis estadístico comparando la variable clima con otros factores relacionados (cantidad de calostro, manejo preparto y número de lactancias) indicó la baja importancia del clima en la calidad del calostro comparado con los demás factores.

5.2.5 Condición corporal

Calidad según la condición corporal por Calostrómetro

En la figura 9, podemos observar la distribución de los mg/ml de IgG según la condición corporal de las vacas en preparto, obtenidos por el calostrómetro. Al realizar el análisis del Coeficiente de correlación de Spearman entre la condición corporal y los mg/ml de IgG obtenidos con el calostrómetro (Anexo. 9), no se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Estos resultados difieren de los de Vargas (2018) quien determinó una correlación positiva entre la condición corporal y la calidad del calostro.

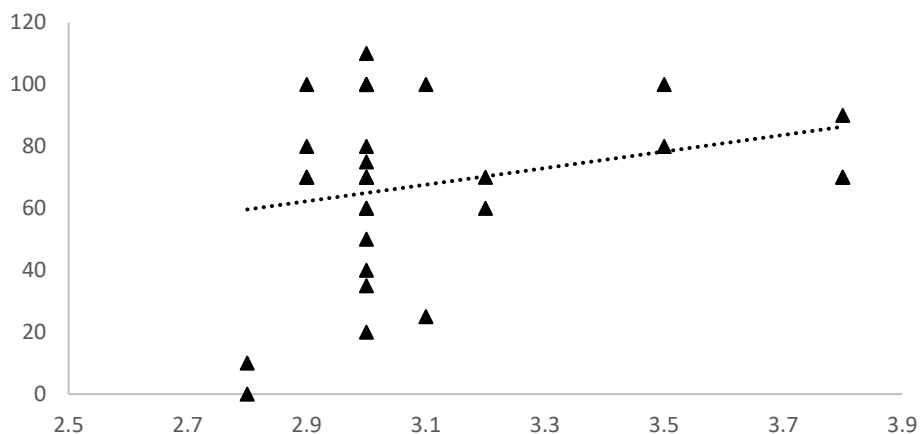


Figura 9. Distribución mg/ml de IgG según la condición corporal.

Calidad según la condición corporal

En la figura 10, podemos observar la distribución de grados Brix en base a la condición corporal de las vacas en preparto obtenida por el refractómetro. Al realizar el análisis del Coeficiente de correlación de Spearman entre la condición corporal y grados brix obtenidos con el calostrómetro (Anexo 10), no se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Estos resultados son similares a los de Arauz et al. (2011) quienes no encontraron relación entre la calidad del calostro y la condición corporal ($p > 0.05$).

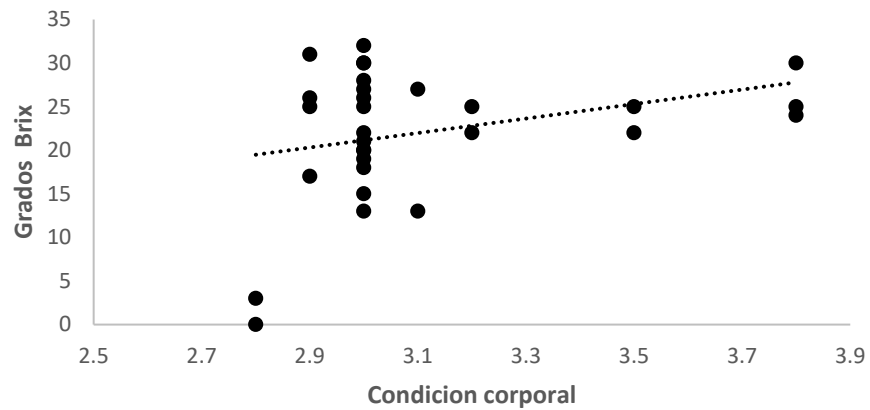


Figura 10. Distribución de los grados brix según la condición corporal.

Sin embargo, es importantes mencionar que la mayoría de los animales muestreados (25 animales) presentaban condición corporal \geq a 3 según la escala de Edmonton (1989) observándose desde el punto de vista descriptivo un aumento de la calidad del calostro conforme aumenta la condición corporal.

VI. CONCLUSIÓN

El 76.66% de los calostros evaluados por el calostrómetro presentan una calidad superior a 50 mg/ml de IgG y en el caso del refractómetro el 63.33% de los calostros presentaban valores superiores a 22 grados brix, lo que nos indica un calostro de buena calidad.

Al analizar la concordancia entre los resultados de ambos métodos (calostrómetro y refractómetro), se obtuvo un 48% de similitud, la cual se considera moderado, por lo cual no se puede determinar cuál de ambos métodos es más específico para detectar la calidad del calostro.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la calidad de calostros y el encaste, igualmente entre el calostro y la estación del año ($p > 0.05$). No se observó una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre el número de lactancia y la calidad del calostro y tampoco se encontró correlación entre la condición corporal y la calidad del calostro ($p > 0.05$).

VII. RECOMENDACIONES

Promover la realización de futuras investigaciones sobre calidad del calostro que incluyan una muestra poblacional más amplia y un mayor número de unidades de producción, lo que permitirá obtener datos más representativos tanto de la calidad como la diferencia entre todos los factores asociados.

Elaborar estudios sobre calidad de calostro que incluyan factores de manejo y ambientales, tales como: la duración del periodo seco, alimentación preparto, producción de calostro total, y el efecto de la estación del año en las fincas ubicadas en el corredor seco de Nicaragua.

Realizar investigaciones de comparación entre el refractómetro y calostrómetro, utilizando la prueba de inmunodifusión radial (IDR), como método de medición de los niveles reales de IgG en el calostro.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, M. E., Ferrer, L. M., y R., J. J. (2011). *El calostro guía práctica para un correcto encalostrado de los terneros*. Grupo Asís Biomedia.
- Arancibia, R. (2009). Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet* 15(1): 23-26.
- Arauz, E., Fuentes, A., Batista, J. R., Ramon, V., y Caballero, S. (2011). Potencial calostropoietico en vacas multíparas 3/4 pardo suizo x 1/4 cebú y perfil químico, inmunológico y energético del calostro secretado en las primeras seis horas después del parto. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(9), 1-28. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63621919001.pdf>
- Bartier, A. L., Windeyer, M. C., y Doepel, L. (2015). Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *Journal of Dairy Science*, 98(3). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74551-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74551-1)
- Berra, G., y Mate, A. (1998). Calostrómetro. *Sitio Argentino de Producción Animal*. <https://acortar.link/2iDZnN>
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., & Leslie, K. E. (2009). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3713–3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>
- Bonaudi, C., & Caffera, M. (2021). *Evaluación de la calidad del calostro producido por vacas lecheras con bajos y altos recuentos de células somáticas al momento del secado* [Tesis de Grado, Universidad de la República]. Conocimiento Libre Repositorio Institucional. <https://acortar.link/cLwSBw>
- Bücher, D. (s.f). *Guía técnica para evaluación de calostro mediante refractómetro*. Universidad de Antioquia. <https://acortar.link/TsBFzZ>
- Campos, R., Carrillo, A. F., Loaiza, V., y Giraldo, L. (2007). *El calostro: Herramienta para la cría de terneros*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. <https://acortar.link/SQTg2V>

- Casas, M., y Canto, F. (2015). Como evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras. *Manuales INIA Chile*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/61-calidad_calostro.pdf
- Casas, M., y Canto, F. (2015). La importancia del calostro bovino. *Manuales INIA*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/75-importancia_del_Calostro.pdf
- Chahin, J. A. (2014). *Determinación de la calidad de calostro mediante la calibración de un refractómetro brix en vacas Holstein a pastoreo* [Tesis de licenciatura, Universidad Austral de Chile]. Sistema de Bibliotecas UACH. <https://acortar.link/qbn6Q0>
- Cortes-Reyes, E., Rubio-Romero, J., y Gaitán-Duarte, H. (2008). Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 61(3), 247-255. <https://acortar.link/ucsox0>
- Dairy Australia. (2020). Tools to determine colostrum quality. <https://acortar.link/XDNE2c>
- Domínguez, L. E. (2018). *Pasteurización de calostro bovino* [Monografía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Digital Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <https://acortar.link/1BxEZ7>
- El 19 Digital. (2023). *Nicaragua: Conozca el estudio anual al hato del ganado bovino 2023*. <https://acortar.link/IeDN4e>
- Elizondo, J. A. (2007). Importancia y manejo del calostro en el ganado de leche. *Dairy Cattle Extension*. <https://acortar.link/hXCB49>
- Elizondo, J. A. (2015). Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de costa rica. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), pp. 27-32. <https://acortar.link/YaC5ib>
- Elizondo-Salazar, J. A. (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), pp. 271-281. <https://acortar.link/Zka6oL>
- Espada, M., Ferrer, L., y Ramos, J. (2011). *El calostro Guía práctica para un correcto encalostrado de los terneros*. Servet.

- Flores, R., & Romero, A. (2013). “*Calidad del calostro y estatus inmunitario de terneras en su primera semana de vida por medio de la densidad de proteínas séricas en cuatro ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador*” [Tesis de pregrado Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador. <https://acortar.link/Gw0GBr>
- Flórez Díaz, H. (2002). Importancia y uso del calostro en bovinos. *Comuniv Organization*. <https://acortar.link/4JldGG>
- Fortín, A. M., y Perdomo, J. J. (2009). *Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad* [Tesis de licenciatura Escuela Agrícola Panamericana «Zamorano»]. Biblioteca digital Wilson Popenoe <https://acortar.link/g2JUWn>
- Google. (2023). [Indicaciones de Google Earth sobre la ubicación de finca Rancho Escondido]. <https://acortar.link/6ltwBD>
- Jacome, M. F., Hernández, B. A., Cervantes, A. P., Domínguez, M. V., Gomez-Boucrin, F., y Barrientos, M. M. (2016). Calidad del calostro e inmunoglobulinas en vacas de doble propósito en unidades de producción del municipio de Comapa, Veracruz, México. *I. Congreso AMEBV*. <https://acortar.link/IOW6IJ>
- Landis, R., y Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *International Biometric Society*, 33(1), 159–174. <https://acortar.link/VXYNPc>
- Lozic Silva, S. A. (2013). *Calibración de refractómetro brix para la determinación del contenido de inmunoglobulina g en calostro bovino* [Tesis de licenciatura Universidad Austral de Chile]. Sistema de Bibliotecas UACH. <https://acortar.link/k5VPbW>
- Matamala, N. (2014). *Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos*. [Tesis de licenciatura Universidad de Chile]. Repositorio académico de la Universidad de Chile. <https://acortar.link/hZA4WI>
- Morales, T., Cavestany, D., Mendoza, A., Manna, A., Román, L., y Pla, M. (06 de 2013). Producción Animal. INIA (33). <https://acortar.link/xciZcW>

- Morin, D. E., Constable, P. D., Maunsell, F. P., y McCoy, G. C. (2001). Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 937-943. <https://acortar.link/mdMSvM>
- Olivera-Ángel, M., y Huertas-Molina, O. F. (2020). *La lactancia vista desde múltiples enfoques primera parte: Biología e inmunología* (1.a ed.) [Digital]. Biogénesis Fondo Editorial. <https://acortar.link/vPmrfn>
- Polanco, O. (2021). *Determinación de la calidad del calostro en vacas lecheras en fincas del municipio Luperón, provincia puerto plata* [Tesis de licenciatura Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. Repositorio RI-UNPHU. <https://acortar.link/kOb8iR>
- Saleski, J., Marro, O., Monteavaro, C., y Bottini, E. (2017). *Determinación de la calidad de calostros en tambos del departamento de Rio Segundo, Córdoba* [Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias Veterinarias UNCPBA]. Repositorio Institucional de Acceso Abierto <https://acortar.link/lzSYZp>
- Schogor, A., Glombowsky, P., Both, F., Daniel, B., Rigon, F., Reis, J., y Da Silva, A. (2020). Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. *Revista MVZ Córdoba*, XXII(1), 2-8. <https://acortar.link/ZE8LkQ>
- Vargas, V. (2018). *Evaluación del proceso de calostrado en bovinos manejados a pastoreo* [Tesis de pregrado Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de información Agraria - Universidad Agraria del Ecuador. <https://acortar.link/pyVV74>
- Ubú Norte, parte céntrica del Municipio de Paiwas. (2022). Facebook. <https://acortar.link/GjEYGw>
- URACCAN. (2006). *Recursos naturales de la Costa Caribe Nicaragüense*. <https://acortar.link/G2GsVC>
- Wattiaux, M. A. (2000). Importancia de alimentar con calostro. *Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison*. <https://acortar.link/qUMW5m>

Zentrich, E., Iwersen, M., Wiedrich, M., Drillich, M., y Klein-Jöbstl, D. (2019). Effect of barn climate and management-related factors on bovine colostrum quality. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 7453–7458. <https://acortar.link/lGPIKM>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato de recolección de datos

| N° | Numero de arete | Nom bre | Condición Corporal | Ra za | # de partos | Fecha de Parto | Calostrómetro mg/ml de IgG | Refractómetro Grados Brix | Observaciones |
|----|-----------------|---------|--------------------|-------|-------------|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |

Anexo 2. Nivel de concordancia de acuerdo con el coeficiente de Kappa de Cohen.

| <u>Kappa</u> | <u>Grado de acuerdo</u> |
|--------------|-------------------------|
| <0,00 | Sin acuerdo |
| >0,00-0,20 | Insignificante |
| 0,21-0,40 | Discreto |
| 0,41-0,60 | Moderado |
| 0,61-0,80 | Sustancial |
| 0,81-1,00 | Casi perfecto |

Fuente: Landis y Kohen, (1977)

Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis entre la raza y los mg/ml de IgG obtenidos por el calostrómetro

| Prueba de Kruskal Wallis | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|----|--------|-------|----------|------|--------|
| Variable | Raza | N | Medias | D.E. | Medianas | H | p |
| mg/ml de IgG | Brahman | 13 | 71.54 | 20.86 | 70.00 | 6.80 | 0.0721 |
| mg/ml de IgG | Guensey | 2 | 95.00 | 21.21 | 95.00 | | |
| mg/ml de IgG | Holstein | 11 | 69.55 | 31.82 | 70.00 | | |
| mg/ml de IgG | Pardo Suizo | 4 | 37.50 | 27.54 | 35.00 | | |

Fuente: InfoStat versión sep 2020

Anexo 4. Prueba de Kruskal Wallis entre la raza y los grados brix obtenidos con el refractómetro

| Prueba de Kruskal Wallis | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|----|--------|------|----------|------|--------|
| Variable | Raza | N | Medias | D.E. | Medianas | H | p |
| Grados Brix | Brahman | 13 | 24.08 | 4.75 | 25.00 | 7.26 | 0.0625 |
| Grados Brix | Guensey | 2 | 28.00 | 2.83 | 28.00 | | |
| Grados Brix | Holstein | 11 | 21.55 | 8.87 | 25.00 | | |
| Grados Brix | Pardo Suizo | 4 | 13.75 | 7.89 | 15.50 | | |

Fuente: InfoStat versión sep 2020

Anexo 5. Correlación de Spearman entre el número de lactancia y los mg/ml de IgG obtenidos con el calostrómetro

| Correlación de Spearman | | | | |
|-------------------------|---------------------|----|----------|---------|
| Variable (1) | Variable (2) | n | Spearman | p-valor |
| mg/ml de IgG | mg/ml de IgG | 30 | 1,00 | <0,0001 |
| mg/ml de IgG | Numero de lactancia | 30 | -0,06 | 0,7402 |
| | | 30 | | |
| Numero de lactancia | mg/ml de IgG | 30 | -0,06 | 0,7402 |
| Numero de lactancia | Numero de lactancia | 30 | 1,00 | <0,0001 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 6. Correlación de Spearman entre el número de lactancia y los grados brix obtenidos con el refractómetro

| Correlación de Spearman | | | | |
|-------------------------|---------------------|----|----------|---------|
| Variable (1) | Variable (2) | n | Spearman | p-valor |
| Numero de lactancia | Numero de lactancia | 30 | 1,00 | <0,0001 |
| Numero de lactancia | Grados Brix | 30 | -0,21 | 0,2746 |
| | | 30 | | |
| Grados Brix | Numero de lactancia | 30 | -0,21 | 0,2746 |
| Grados Brix | Grados Brix | 30 | 1,00 | <0,0001 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 7. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

| Prueba de Wilcoxon para muestras independientes | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------|-------|-------|-------------|-------------|--------|--------|--------|-------------|
| Clasificación | VARIABLE | Grupo 1 | Grupo 2 | n (1) | n (2) | Mediana (1) | Mediana (2) | DE (1) | DE (2) | W | P (2 colas) |
| estación del año | mg/ml de IgG | Invierno | Verano | 20 | 10 | 70,00 | 63,50 | 31,33 | 22,37 | 131,50 | 0,2943 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 8. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

| Prueba de Wilcoxon para muestras independientes | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|---------|-------|-------|-------------|-------------|--------|--------|-------|-------------|
| Clasificación | Variabla | Grupo 1 | Grupo 2 | n (1) | n (2) | Mediana (1) | Mediana (2) | DE (1) | DE (2) | W | P (2 colas) |
| estación del año | Grados Brix | Invierno | Verano | 20 | 10 | 21,05 | 24,00 | 7,9 | 6,6 | 178,0 | 0,309 |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 0 | 9 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 9. Coeficiente de correlación de Spearman entre la condición corporal y los mg/ml de IgG.

| Coeficiente de correlación de Spearman | | | | |
|--|--------------------|----|----------|---------|
| Variable (1) | Variable (2) | n | Spearman | p-valor |
| Condición Corporal | condición Corporal | 30 | 1,00 | <0,0001 |
| Condición Corporal | mg/ml de IgG | 30 | 0,20 | <0,2841 |
| mg/ml de IgG | Condición Corporal | 30 | 0,20 | <0,2841 |
| mg/ml de IgG | mg/ml de IgG | 30 | 1,00 | <0,0001 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 10. Coeficiente de correlación de Spearman entre la condición corporal y los Grados Brix.

| Correlación de Spearman | | | | |
|-------------------------|--------------------|----|----------|---------|
| Variable (1) | Variable (2) | n | Spearman | p-valor |
| Condición Corporal | condición Corporal | 30 | 1,00 | <0,0001 |
| Condición Corporal | Grados Brix | 30 | 0,219 | <0,3114 |
| Grados Brix | Condición Corporal | 30 | 0,19 | <0,3114 |
| Grado Brix | Grados Brix | 30 | 1,00 | <0,0001 |

Fuente: InfoStat versión sep. 2020

Anexo 11. Evaluación de calostro utilizando el calostrómetro



Anexo 12. Evaluación de calostro utilizando el refractómetro

