

Evaluación de las condiciones inmunológicas y microbianas del calostro bovino antes y después de la pasteurización en Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador

Diego Quijano Vargas¹; Sebastián Coloma Gaibor²; Rivelino Ramón Curay³;
Jonathan Arias-Real⁴; Cristian Becerra-Segura⁵

Resumen

La investigación aborda la importancia del calostro en la nutrición e inmunidad neonatal bovina, debido a la falta de transferencia placentaria de inmunoglobulinas. Se analizó el calostro pre y postpasteurizado en el recinto Yagui Chico, Ecuador. Se evaluaron los grados Brix, IgG, y la calidad microbiológica. El 50% de las muestras fueron de buena calidad ($\geq 22^\circ$ Brix), y el 80% de los neonatos mostraron una transferencia exitosa de inmunidad pasiva. Sin embargo, las muestras no cumplían con los estándares de calidad sanitaria. Tras la pasteurización, la carga bacteriana disminuyó significativamente. Se encontró que los fallos en la transferencia de inmunidad pasiva dependen en un 29.27% de los recuentos bacterianos. Se observó una fuerte correlación positiva entre los grados Brix y la concentración de IgG, lo que sugiere una relación directa entre la calidad inmunológica y la concentración de azúcares en el calostro.

Palabras claves: Calostro, grados Brix, ELISA, pasteurización.

Evaluation of the immunological and microbial conditions of bovine colostrum before and after pasteurization in Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador

Abstract

The research addresses the importance of colostrum in bovine neonatal nutrition and immunity, due to the lack of placental transfer of immunoglobulins. Pre- and post-pasteurized colostrum was analyzed at the Yagui Chico facility, Ecuador. Degrees Brix, IgG, and microbiological quality were evaluated. 50% of the samples were of good quality ($\geq 22^\circ$ Brix), and 80% of the calves showed successful transfer of passive immunity. However, the samples did not meet health quality standards. After pasteurization, the bacterial load decreased significantly. It was found that failures in the transfer of passive immunity depend on 29.27% on bacterial counts. A strong positive correlation was observed between Brix degrees and IgG concentration, suggesting a direct relationship between immunological quality and the concentration of sugars in colostrum.

Keywords: Colostrum, degrees Brix, ELISA, pasteurization

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 14 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, eremites1997@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4051-1618>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, sebastiancolomagaibor@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4394-0877>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, erivelino@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-6284-4223>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, joarias@mailes.ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0008-2518-7365>

⁵ Centro Médico Veterinario Mundo de las Mascotas, CP: 020150, Guaranda Ecuador, cristianbecerra1991@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4046-5185>

I. INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado del neonato es crucial en la producción lechera para asegurar la supervivencia y salud del nuevo individuo y desarrollar futuros reemplazos (González et al., 2019). Los cuidados inician en el periparto inmediato e incluyen actividades como la secundinación, el calostro y la curación del ombligo (Gross, 2020). Estas medidas previenen la morbilidad y mortalidad, impactando

el desarrollo y la producción animal (Hidalgo, 2019). El calostro, con su alta composición en grasa, proteína e inmunoglobulinas, es esencial para proporcionar energía e inmunidad, siendo vital en las primeras 6 a 12 horas post-parto (Calderón, 2018).

Composición del calostro bovino

Tabla 1. Composición del calostro bovino, leche de transición y leche entera de vacas Holstein

Parámetro	Calostro	Leche de transición		Leche
		2do ordeño	3er ordeño	
Gravedad específica	1056	1040	1035	1032
Sólidos totales (%)	23.9	17.9	14.1	12.9
Grasa (%)	6.7	5.4	3.9	4.0
Proteína total (%)	14	8.4	5.1	3.1
Caseína (%)	4.8	4.3	3.8	2.5
Albumina (%)	6.0	4.2	2.4	0.5
Inmunoglobulinas (%)	6.0	4.2	2.4	0.09
IgG (g/100 mL)	3.2	2.5	1.5	0.06
Lactosa	2.7	3.9	4.4	5.0
IgGF-1 (µg/L)	341	242	144	15
Insulina (µg/L)	65.9	34.8	15.8	1.1
Ceniza (%)	1.11	0.95	0.87	0.74
Calcio (%)	0.26	0.15	0.15	0.13
Magnesio (%)	0.04	0.01	0.01	0.01
Potasio (%)	0.14	0.13	0.14	0.15
Sodio (%)	0.07	0.05	0.05	0.04
Cloro (%)	0.12	0.1	0.1	0.07
Zinc (mg/100 mL)	1.22	-	0.62	0.3
Manganeso (mg/100 mL)	0.02	-	0.01	0.004
Hierro (mg/ 100 g)	0.20	-	-	0.05
Cobre (mg/ 100 g)	0.06	-	-	0.01
Cobalto (µg/100 g)	0.5	-	-	0.10
Vitamina A (µg/100 mL)	295	190	113	34
Vitamina D (IU/g grasa)	0.89-1.81	-	-	0.41
Vitamina E (µg/g grasa)	84	76	56	15
Tiamina (µg/mL)	0.58	-	0.59	0.38
Riboflavina (µg/mL)	4.83	2.71	1.85	1.47
Biotina (µg/100 mL)	1.0 – 2.7	-	-	2.0
Vitamina B12 (µg/100 mL)	4.9	-	2.5	0.6
Ácido fólico (µg/100 mL)	0.8	-	0.2	0.2
Colina (mg/mL)	0.7	0.34	0.23	0.13
Ácido ascórbico (mm/100 mL)	2.5	-	2.3	2.2

Fuente: Godden et al. (2019).

El manejo del calostro debe cumplir con ciertos puntos de control de calidad: calidad inmunológica, calidad sanitaria, tiempo de calostrado y cantidad suministrada, cada uno influenciado por múltiples factores (Balao da Silva et al., 2020). Durante las primeras 6 horas post-parto, las condiciones intestinales del neonato bovino son óptimas para absorber anticuerpos (IgG, IgA e IgM) y otros componentes inmunitarios, pero esta capacidad disminuye con el tiempo (Schogor et al., 2021). La calidad inmunológica del calostro depende de factores maternos como edad, número de partos, raza, nutrición y manejo durante la obtención, procesamiento y almacenamiento. Su perfil sanitario puede evaluarse mediante exámenes microbiológicos (Lombard et al., 2020). La producción láctea inicia con la diferenciación del tejido mamario activada por hormonas como cortisol, estrógenos, progesterona, oxitocina, prolactina y hormona del crecimiento. La estimulación nerviosa durante la lactancia libera oxitocina, contrayendo las células mioepiteliales para la bajada de leche (Akers, 2017; Zhao et al., 2019). La glándula mamaria mantiene su actividad metabólica y renovación celular, regulada por factores neuroendocrinos y la circulación sanguínea (McCoard et al., 2019).

Desarrollo de la Glándula Mamaria y su Morfología.

La mamogénesis en bovinos, desde etapas embrionarias hasta la pubertad, implica el desarrollo glandular a partir del ectodermo y la formación de crestas mamarias. Hormonas y factores de crecimiento promueven el desarrollo funcional de la ubre y la producción láctea (James et al., 2017; Makovicky et al., 2017). En bovinos, la glándula mamaria tiene cuatro cuartos glandulares, cuya actividad, regulada neuroendocrinamente, inicia al parir, produciendo calostro rico en anticuerpos que brindan inmunidad pasiva. Con el tiempo, el calostro evoluciona a leche de transición y luego a leche madura, rica en proteínas, grasas, azúcares y minerales. La fisiología del pezón depende del canal y está mantenida por ligamentos suspensorios. La irrigación sanguínea, crucial para la producción láctea, se intensifica posparto, y el drenaje venoso ocurre a través de varios troncos

(Toscano, 2019; Ruiz, 2018; Valle, 2022).

Evaluación del Calostro

El calostro proporciona nutrientes e inmunidades esenciales para el desarrollo y protección del neonato. Su calidad, medida por los niveles de inmunoglobulinas y el grado de contaminación bacteriana, influye en la eficiencia del reemplazo de animales productivos (Kessler et al., 2020). La refractometría, utilizando el refractómetro Brix, es clave en la evaluación del calostro, con un mínimo de 22% Brix para calidad óptima (Lombard et al., 2020). Métodos como ELISA y la inmunodifusión radial permiten medir las inmunoglobulinas, con 50 g/L de IgG establecido como mínimo para la protección del neonato (Dunn et al., 2017; Fiorani et al., 2020).

En bovinos, la transferencia de inmunidad placentaria es nula, aumentando el riesgo de morbilidad y mortalidad neonatal. La calidad del calostro, crucial para la inmunidad pasiva, depende de la nutrición de la vaca y la higiene del parto. Se propone evaluar la calidad del calostro pre y post-pasteurizado en vacas del cantón San Miguel de Bolívar.

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue estudiar las condiciones inmunológicas y microbianas del calostro bovino pre y post-pasteurizado del recinto Yagui Chico, cantón San Miguel, provincia de Bolívar.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y procesamiento de muestras

La investigación se realizó en unidades productoras de leche ubicadas en el recinto Yagui Chico, cantón San Miguel (provincia Bolívar, Ecuador). Las muestras biológicas fueron procesadas en el Laboratorio General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.

Justificación del tamaño muestral

Se seleccionaron 20 binomios vaca-neonato ($n = 20$) considerando criterios de accesibilidad, homogeneidad de condiciones de manejo postparto y disponibilidad en campo durante el periodo de estudio. Este tamaño muestral fue considerado

suficiente para identificar tendencias en los parámetros inmunológicos y microbiológicos del calostro y su relación con la transferencia de inmunidad pasiva, acorde a estudios previos con diseños similares y restricciones logísticas propias del entorno rural.

Factores en estudio.

Para evaluar la calidad inmunológica y sanitaria del calostro bovino y la eficacia de la transferencia pasiva de inmunidad en neonatos, se analizaron los siguientes factores:

- **Factor A (calidad inmunológica del calostro):**

A1 = Grados Brix

A2 = Cuantificación de IgG por ELISA

- **Factor B (calidad sanitaria del calostro):**

B1 = Recuento total de bacterias en calostro pasteurizado

B2 = Recuento total de bacterias y coliformes en calostro no pasteurizado

B3 = Recuento de coliformes en calostro pasteurizado

B4 = Recuento de coliformes en calostro no pasteurizado

- **Factor C (transferencia de inmunidad pasiva):**

C1 = Grados Brix del suero sanguíneo del neonato

En total se evaluaron 7 tratamientos derivados de la combinación de estos factores.

Toma y manejo de muestras

Se recolectaron 45 mL de calostro entre 0 y 2 horas postparto, mediante desinfección del pezón, despunte y recolección en envases estériles. Las muestras se codificaron con trazabilidad individual (ej. SC001H-002) y se almacenaron a 2–4 °C en tubos cónicos hasta su procesamiento. Del volumen total, 15 mL fueron destinados a pasteurización.

Pasteurización

En el laboratorio, se pasteurizaron 15 mL de calostro mediante el método de Holder: 62.5 °C durante 30 minutos, controlando la temperatura para minimizar la reducción de inmunoglobulinas.

Medición del % Brix del calostro

Usando un refractómetro, se midieron los grados Brix del calostro antes de pasteurizarlo. Primero, se calibró el refractómetro con agua destilada. Luego, se secó y se aplicaron 1000 µL de calostro, esperando un minuto para registrar la refracción de la luz y llenar la hoja de registro.

Análisis serológico del neonato

Se obtuvieron 5 mL de sangre venosa entre 2 y 6 horas tras el consumo de calostro. Luego de coagulación y centrifugación, el suero fue analizado mediante refractometría para determinar los grados Brix.

Análisis microbiológico

El conteo de bacterias totales y coliformes se realizó mediante:

- **Petrifilm™ (3M):** para coliformes en calostro diluido 10^{-3} (incubación a 37 °C por 24 h).
- **Siembra en PCA:** diluciones seriadas hasta 10^{-6} y siembra de 100 µL en placas (30–300 colonias), incubadas a 37 °C por 24 h.

Cuantificación de Inmunoglobulina G (IgG)

El calostro congelado a -4°C se envió en un cooler sellado a un laboratorio externo, donde se cuantificó la IgG mediante ELISA. Se utilizó un rango de referencia de 50–150 g/L para interpretar la cantidad de IgG en el calostro no pasteurizado.

Análisis Estadístico

Los resultados se registraron desde el inicio hasta la culminación del estudio, y se sometieron a análisis estadístico utilizando los paquetes SAS 9.4 y SPSS 25.

Consideraciones éticas

El presente estudio fue desarrollado conforme a las normativas nacionales de bienestar animal. Dado que las prácticas de muestreo no implicaron procedimientos invasivos ni alteraciones al manejo habitual de los animales, no fue necesaria la aprobación por un comité de ética institucional. Sin embargo, se garantizó el consentimiento informado de los propietarios de los animales y se

aplicaron buenas prácticas veterinarias durante todo el proceso.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
Medición de los grados Brix del calostro

Tabla 2. Pruebas de normalidad de los datos obtenidos sobre los grados Brix presentes en el calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a		Sig	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL		Estadístico	GL	Sig
° Brix	0.148	20	0.200	0.956	20	0.462 NS
Media: 22.10 ° Brix						

Nota: NS= No significativo

Mediante el análisis de Shapiro-Wilk, se determinó que no hubo influencias estadísticas significativas en los valores de los grados Brix de las muestras de calostro. Esto indica que los valores Brix de las unidades productivas muestreadas fueron similares, con una media general de 22.10°

Brix. Según Lombard et al. (2022), este valor se asocia con una concentración de IgG ≥ 50 g/L. Basándonos en esta premisa, podemos inferir que el 50% (10 de 20) de las muestras analizadas se clasificaron como de excelente calidad para el consumo de los neonatos (Figura 1), garantizando así una buena transferencia de inmunidad pasiva.

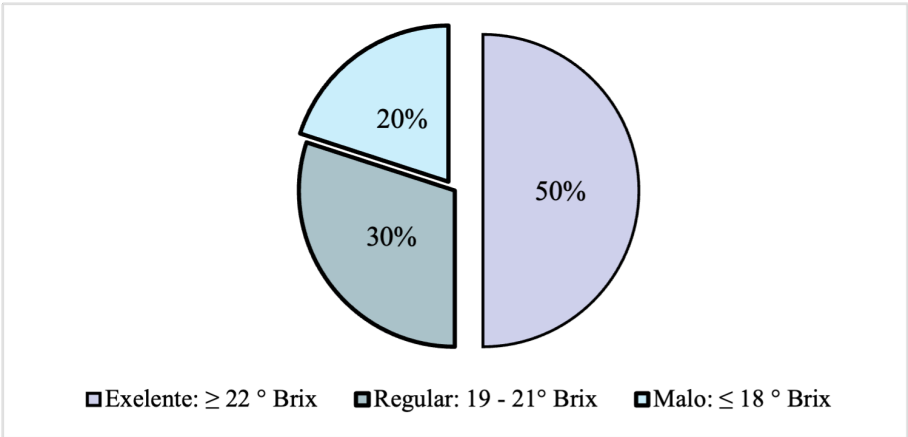


Figura 1. Determinación de la calidad de las muestras de calostro

Buczinski & Vandeweerd (2016) realizaron un metanálisis sobre la validación de la refractometría para evaluar la calidad del calostro bovino. Encontraron que calostros con ≥ 22 °Brix tienen un 94.3% de probabilidad de contener ≥ 50 g/L de IgG, considerado óptimo para la transferencia de

inmunidad pasiva. En su análisis de 4251 muestras, hallaron una prevalencia de calostro de excelente calidad entre el 67.3% y el 92.3%.

Análisis del suero sanguíneo del neonato mediante refractometría para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva.

Tabla 3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos sobre los grados Brix presente en el suero sanguíneo del neonato

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a		Sig	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL		Estadístico	GL	Sig
° Brix del S.S.	0.168	20	0.141	0.923	20	0.112 NS
Media: 8.96 ° Brix						

Nota: NS= No significativo; S.S= suero sanguíneo

El análisis de Shapiro-Wilk evidenció que no hubo variaciones estadísticamente significativas en los grados Brix del suero sanguíneo de los neonatos

entre las unidades productivas muestreadas. La media general fue de 8.96° Brix, lo que sugiere una transferencia de inmunidad pasiva óptima en esta zona productiva.

Según la categorización de Lambard et al. (2022) sobre la transferencia de inmunidad pasiva (TIP), el 40% (8/20) de los individuos mostraron TIP excelente con valores $\geq 9.4^\circ$ Brix. Dos de 20

tuvieron un TIP óptima con valores de 8.9 a 9.3° Brix, 6/20 expresaron un TIP bueno con valores de 8.1 a 8.8° Brix, y finalmente 4/20 mostró TIP mala con valores $< 8.1^\circ$ Brix (Figura 2)

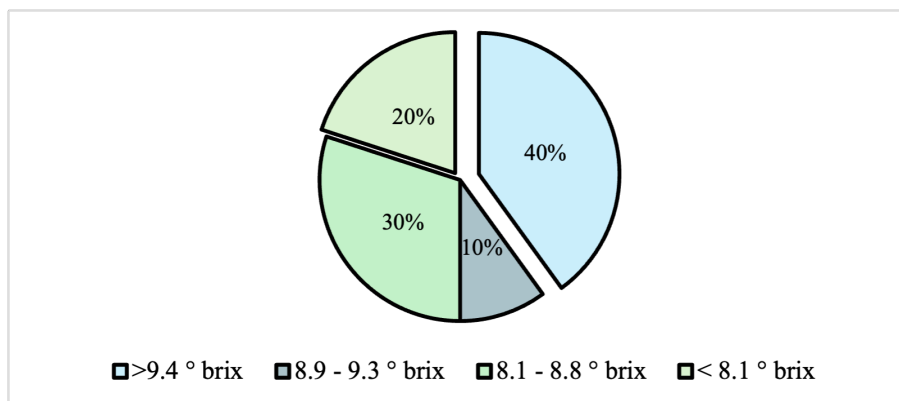


Figura 2. Análisis de la frecuencia de la eficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva

Sutter et al. (2023) estudiaron la asociación entre transferencia de inmunidad pasiva (TIP), salud y desempeño de 3434 terneras lecheras desde el nacimiento hasta el destete. Evaluando la eficiencia de TIP, encontraron que el 37.4% tuvo TIP excelente, el 28.3% buena, el 29.5% regular y el 4.8% pobre, según las categorías establecidas por Lombard et al. (2020).

Crannell & Abuelo (2023) encontraron que neonatos con excelente transferencia de inmunidad pasiva (TIP) tenían menor riesgo de diarrea, neumonía y mortalidad, y mejor rendimiento productivo. Las terneras con TIP mala, regular

y buena tenían un 64%, 55% y 24% menos probabilidades, respectivamente, de alcanzar la primera inseminación exitosa precozmente y una menor edad al parto. Lombard et al. (2020) sugieren que al menos el 40% de los neonatos deben tener TIP excelente, pero en Yagui Chico, las unidades lecheras no cumplieron con estos estándares.

Correlación y regresión lineal entre los grados Brix del calostro y los grados Brix del suero como predictor de la TIP en neonatos.

Tabla 4. Correlación y regresión lineal entre los grados Brix del calostro con los grados Brix del suero sanguíneo como indicador del éxito o fallos en la TIP de los neonatos

Trasferencia de inmunidad pasiva	R	R ²	R ² Ajustado
$^\circ$ Brix del Calostro * $^\circ$ Brix del suero sanguíneo	0.8851 <.0001 **	0.7835 78.25%	0.7715 77.15%

Nota. **: Correlación fuerte positiva.

El análisis de Pearson mostró una fuerte relación positiva entre los grados Brix del calostro y del suero sanguíneo, indicando que el 78.25% de la transferencia de inmunidad pasiva en los neonatos de Yagui Chico se relaciona con la calidad del calostro. El 21.75% restante se debe a otros factores, como cantidad y tiempo de alimentación. Según Buczinski & Vandeweerd (2016), valores de

calostro $\geq 22^\circ$ Brix son indicadores confiables de una transferencia de inmunidad pasiva óptima o excelente, lo cual se confirma en el recinto Yagui Chico.

Cuantificación de IgG en el calostro bovino

Tabla 5. Prueba de normalidad de los resultados de la cuantificación de IgG calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk			
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
IgG	0.194	20	0.048	0.873	20	0.013 **
Media: 65.28						

Nota. **: Diferencias estadísticas altamente significativas.

El análisis de Shapiro-Wilk mostró diferencias significativas en la concentración de IgG en el calostro, revelando una variabilidad notable entre las muestras, con un promedio de 65.28 g/L y valores entre 40.00 g/L y 80.00 g/L. Los análisis

se realizaron utilizando valores de referencia de 50 a 150 g/L para la clasificación de IgG en calostro bovino. Encontramos que el 80% de las muestras analizadas registraron valores inferiores a 50 g/L (Figura 3).

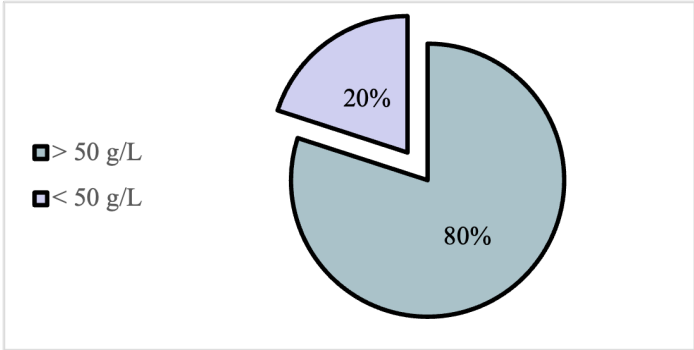


Figura 3. Porcentaje de IgG de acuerdo con los referenciales obtenidos del análisis de ELISA

En el estudio de Martin et al. (2021) sobre calostro en vacas Charoláis, el 6% de las 366 muestras tenían concentraciones de IgG inferiores a 50 g/L, y el 10% de los neonatos no alcanzaron los valores mínimos de IgG (>8.1 °Brix). En nuestra investigación, el 20% de las muestras se clasificaron como calostros de baja calidad, superando la proporción reportada. Baumrucker et al. (2014) no encontraron variación significativa en las inmunoglobulinas entre cuartos de la

glándula mamaria y reportaron un promedio de 96.3 g/L de IgG, superior a nuestros resultados, posiblemente debido a diferencias en manejo y sistemas productivos.

Análisis de correlación y regresión lineal de la cuantificación de IgG con los grados Brix del calostro y los grados Brix del suero sanguíneo de los neonatos bovinos.

Tabla 6. Correlación y regresión de la calidad inmunológica del calostro bovino por los grados Brix del calostro y suero sanguíneo de los neonatos

Calidad inmunológica del calostro	R	R ²	R ² Ajustado
IgG*Gbc	0.8529	0.7275	0.7124
	IgG*Gbss	72.75%	71.24%
Media: 65.28	0.8107	0.6572	0.6382
	<.0001**	65.72%	63.82%

Nota. **: Correlación fuerte positiva.

La relación entre los grados Brix del calostro y la cantidad de IgG calostro, así como del suero sanguíneo, fue positiva y significativa. El 72.75% de la variabilidad de IgG calostro se explicó por los grados Brix, mientras que el 27.25% se debió

a otros factores. La IgG influyó en el 65.72% de la transferencia de inmunidad pasiva en el suero sanguíneo, con el 34.28% restante relacionado con otros factores. En contraste con Dunn et al. (2018), que reportaron un R² de 0.58, nuestra

investigación encontró un R^2 de 0.72, indicando una asociación más fuerte entre los métodos de medición. Confirmamos que calostros excelentes y buenos tenían niveles de IgG > 50 g/L.

Sutter et al. (2023) recomiendan evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (TPI) en neonatos de 24 horas a 7 días mediante la medición de IgG o refractometría de proteínas totales en suero. Lombard et al. (2020) encontraron un R^2 de 0.80 entre grados Brix en suero e IgG, indicando

que los Brix pueden predecir la TPI. En nuestra investigación, calostros con IgG > 70 g/L dieron una TPI excelente ($\geq 9.4^\circ$ Brix), mientras que < 50 g/L causaron fallos de TPI (< 8.1° Brix). Se necesitan más estudios sobre factores que influyen en los niveles de IgG.

Conteo de bacterias totales (CBT) en el calostro no pasteurizado.

Tabla 7. Prueba de normalidad del conteo de bacterias totales en UFC/mL presentes en el calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk			
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
CBT (CNP)	0.183	20	0.076	0.931	20	0.160 NS
CBT (CNP) Media: 1063500 UFC/mL = 1×10^{-6} UFC/mL						

Nota: NS= No significativo; CBT= conteo de bacterias totales; CNP= calostro no pasteurizado.

Las pruebas de normalidad mostraron que no hubo diferencias significativas en los recuentos de bacterias totales (CBT) entre las muestras, con una media de 1×10^6 UFC/mL. Además, el 100% de las muestras de calostro superaron los 100,000

UFC/mL, indicando un alto recuento bacteriano. Este hallazgo sugiere un riesgo para la salud del neonato y podría afectar los índices de salud y productividad de los animales jóvenes (Figura 4).

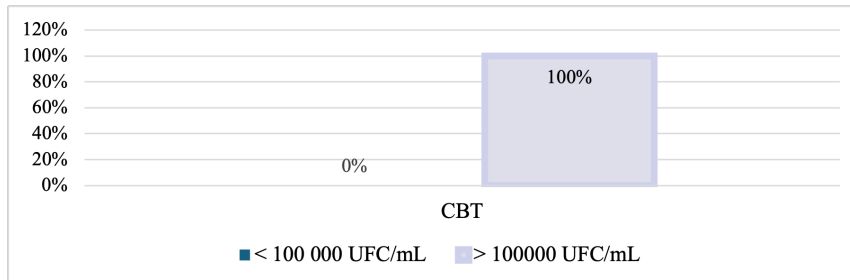


Figura 4. Análisis del CBT de unidades formadoras de colonias presente en el calostro

Mann et al. (2020) estudiaron el tratamiento térmico del calostro bovino en granjas de Nueva York, encontrando recuentos de UFC/mL entre 10,000 y 40,000 en 11 muestras. Estos valores son más bajos que los de nuestra investigación, sugiriendo diferencias en condiciones sanitarias

y prácticas de manejo entre las ubicaciones estudiadas.

Conteo de coliformes totales del calostro no pasteurizado

Tabla 8. Prueba de normalidad del conteo de coliformes totales del calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk			
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
CBT coliformes (CCT)	0.088	20	0.200	0.958	20	0.496 NS
(CCT) Media: 115.75×10^{-1} UFC/100μL = 11575 UFC/mL						

Nota: NS= No significativo; UFC= unidad formadora de colonia

El análisis de Shapiro-Wilk (Tabla 8) mostró que no hubo diferencias significativas en los niveles de coliformes totales entre las muestras, con un promedio de 11,575 UFC/mL. Este valor supera el

límite establecido por las normas estadounidenses (<10,000 UFC/mL), lo que implica riesgos para la salud de los neonatos. Mediante el análisis del conteo de coliformes totales a través del recuento

en membrana Petrifilm 3M, se obtuvo que del total de muestras de calostros analizadas el 60% (12/20) exhibieron valores superiores o iguales a 10 000

UFC/mL, mientras que el 40% (8/20) restante presentaron valores inferiores a 10 000 UFC/mL (Figura 5).

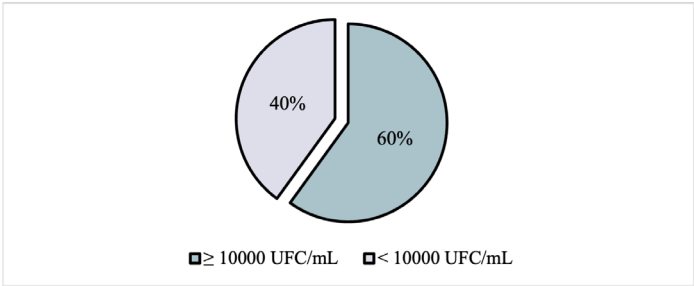


Figura 5. Porcentaje del conteo de coliformes totales del calostro

Phipps et al. (2016) analizaron 240 muestras de calostro en granjas lecheras del norte de Victoria, Australia, encontrando que el 6% tenía recuentos de UFC > 10,000, el 5% entre 1000 y 10,000 UFC, y el 80% < 1000 UFC/mL o sin crecimiento. El 11% de los neonatos estaban en riesgo de fallos en la transferencia de inmunidad pasiva debido a altos recuentos de coliformes. En nuestra investigación, el 40% de las muestras tuvieron valores < 10,000

UFC/mL, sugiriendo que más del 60% del calostro de Yagui Chico no cumple con los estándares sanitarios, poniendo en riesgo la salud de los neonatos.

Efecto del pasteurizado sobre el conteo de bacterias totales (CBT) y coliformes totales de las muestras de calostros.

Tabla 9. Análisis del pasteurizado sobre el conteo de UFC/mL de CBT y conteo de coliformes totales del calostro

Detalle	CBT		Coliformes totales	
	No Pasteurizado	Pasteurizado	No Pasteurizado	Pasteurizado
μ	1 * 10-6 UFC/mL	0	11575 UFC/mL	0

El procedimiento de pasteurizado se ejecutó mediante una temperatura de 62,5° C por un lapso de 30 minutos logró eliminar por completo la carga bacteriana tanto coliformes totales como bacterias mesófilas totales presente en el calostro.

IV. CONCLUSIONES

El 50% de las muestras de calostro tenían excelente calidad (≥ 22 °Brix), el 30% eran regulares y el 20% malas. El 80% de los neonatos lograron una transferencia de inmunidad pasiva (TPI) exitosa, con un 20% de fallos. El 80% de las muestras tenían IgG > 50 g/L, indicando buena calidad inmunológica. El conteo de bacterias totales fue alto (1x10^6 UFC/mL), afectando potencialmente la TPI, aunque el 40% cumplió con el estándar de coliformes totales < 10,000 UFC/mL. El tratamiento térmico redujo significativamente la población bacteriana.

V. BIBLIOGRAFÍA

Akers, M. (2017). A 100 - Year review: Mammary development and lactation. *Journal Dairy Science*, 100(12), 10332 - 10352. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12983>

Balao da Silva, C., Costa, L., Santos, R., Pereira, L., Pinto, H., & Waap, H. (2020). Avaliação da falha de transferência de imunidade passiva em vitelos de carne: dois casos clínicos. *Fundación Dilnet*, 2(12), 97 - 103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7668057>

Baumrucker, C., Stark, A., Wellnitz, O., Dechow, C., & Bruckmaier, R. (2014). Short communication: Immunoglobulin variation in quarter-milked colostrum. *Journal of dairy science*, 97(6), 3700-3706. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7107>

Buczinski, S., & Vandeweerd, J. (2016). Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis.

- Journal of dairy science, 99(9), 7381-7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955>
- Calderón, M. E. (2018). Evaluación del calostro pasteurizado y la suplementación de probióticos (Glycozume) sobre el estado de salud en becerros lecheros holstein en etapa de crianza. Mexicali, Baja California, Mexico. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/5678668b-101e-4e1c-b4fo-37833169453a/download>
- Crannell, P., & Abuelo, A. (2023). Comparison of calf morbidity, mortality, and future performance across categories of passive immunity: a retrospective cohort study in dairyherd. Journal of dairy science, 106(4), 2729-2738. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22567>
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, W. M., Gordon, A., & Morrison, S. (1 de Marzo de 2017). Evaluation of factors associated with immunoglobulin G, fat, protein, and lactose concentrations in bovine colostrum and colostrum management practices in grassland-based dairy systems in Northern Ireland. Journal of Dairy Science, 100(3), 2068 - 2079. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11724>
- Dunn, A., Duffy, C., Gordon, A., Morrison, S., Argüello, A., Welsh, M., & Earley, B. (2018). Comparison of single radial immunodiffusion and ELISA for the quantification of immunoglobulin G in Bovine colostrum, milk and calf sera. Journal of applied animal research, 46(1), 758-765. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1394860>
- Fiorani, Hecker, Y. P., Cirone, K., Armendano, J., Gual, I., Campero, L., Moore, D. (2020). Delayed-type hypersensitivity skin test against neosporacanium in heifers with undetectable specific antibodies. Comparative immunology, microbiology and infectious diseases (72). <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101522>
- Godden, S., Lombard, J., & Woolums, A. (2019). Colostrum management for dairy calves. Veterinary Clinics of North America; Food animal practice, 35(3), 535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- González, R., Peña, P., Rodríguez, N., Ávila, R., & González, J. (2019). Costos de alimentacion en becerras Holstein suministrando leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. Revista Mexicana de Agronegocios, 613. https://www.researchgate.net/publication/339540445_COSTOS_DE_ALIMENTACION_EN_BECERRAS_HOLSTEIN_SUMINISTRANDO_LECHE_ENTERA_ADICIONADA_CON_EXTRACTO_DE_PLANTAS_MEDICINALES_Feeding_costs_of_Holstein_calves_supplying_whole_milk_added_with_extract_of_medicinal_plants
- Gross, A. C. (2020). Ganancia de peso en terneras de raza Holstein y Normando durante dos meses en la hacienda lechera "La Primavera" en Tambillo, Pichincha, Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Hidalgo, N. (2019). Evaluacion de dos sistemas de crianza de terneras lactantes, medida a través de parámetros zootécnicos. Quito, Pichincha, Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/58ac6db3-398a-4733-a259-d8394bc8981e/download>
- James, I., Osinowo, O., Smith, O., Bemji, M., Williams, T., Ajayi, O., Olaniyi, M. (2017). Effects of bovine somatotropin on milk yield, mammary gland weight and histology in West African Dwarf Goats. Archivos de Zootecnia, 66(254), 173 - 177. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6505159>
- Kessler, E., Pistol, G., Bruckmaier, R., & Gross, J. (2020). Pattern of milk yield and immunoglobulin concentration and factors associated with colostrum quality at the quarter level in dairy cows after parturition. Journal of Dairy Science, 103(1), 965 - 971. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17283>
- Lombard, J., Quigley, J., Haines, D., Garry, F., Earleywine, T., Urie, N., S. (2022). Letter to the editor: Comments on schalich et al. (2021), Colostrum testing with Brix is a valuable on-farm tool. Journal of animal science, 100(4), 1-3. <https://doi.org/10.1093/jas/skac119>
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., Sterner, K. (21 de Mayo de 2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United State.

- Journal of Dairy Sciences, 103(8), 7611 - 7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>
- Makovicky, P., Milerski, M., & Margetín, M. (Mayo - Junio de 2017). Ultrasonografía modo B en glándula mamaria. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, 27(3), 187 - 194.
- Mann, S., Curone, G., Chandler, T., Moroni, P., Cha, J., Bhawal, R., & Zhang, S. (2020). Heat treatment of bovine colostrum: I. Effects on bacterial and somatic cell counts, immunoglobulin, insulin, and IGF-I concentrations, as well as the colostrum proteome. Journal of dairy science, 103(10), 9368-9383. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18618>
- Martin, P., Vinet, A., Denis, C., Grohs, C., Chanteloup, L., Dozias, D., Blanc, F. (2021). Determination of immunoglobulin concentrations and genetic parameters for colostrum and calf serum in Charolais animals. Journal of dairy science, 104(3), 3240-3249. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19423>
- McCoard, S., Heiser, A., Lowe, K., Molenaar, A., Maclean, P., Johnstone, P., Khan, M. (2019). Effect of weaning age on growth, mammary gland development, and immune function in Holstein Friesian calves fed conserved alfalfa (FiberStart). Journal Dairy Science, 12(7), 6076 - 6087. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15615>
- Phipps, A., Beggs, D., Murray, A., Mansell, P., Stevenson, M., & Pyman, M. (2016). Survey of bovine colostrum quality and hygiene on northern Victorian Dairy farms. Journal of dairy science, 99(11), 8981-8990. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11200>
- Ruiz, R. A. (2018). Evaluación de interleucinas pro y antiinflamatorias en mastitis de cabras infectadas experimentalmente con Staphylococcus chromogenes. Ciudad de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/evaluacion-de-interleucinas-pro-y-antiinflamatorias-en-mastitis-de-cabras-infectadas-experimentalmente-con-staphy-82783?c=%7B>
- Schogor, A. L., Glombowky, P., Ambos, F., Danieli, B., Rigon, F., Reis, J., & Da Silva, A. (2021). Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. Revista MVZCórdoba, 25(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682020000100076
- Sutter, F., Venjakob, P., Heuwieser, W., & Borchardt, S. (2023). Association between transfer of passive immunity, health, and performance of female dairy calves from birth to weaning. Journal of dairy science, 106(10), 1-13. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22448>
- Toscano, F. D. (2019). Identificación de marcadores de células madre bovinas mediante inmunohistoquímica y/o inmunofluorescencia en tejidos de glándula mamaria y leche. Sangolquí, Pichincha, Ecuador. https://rraae.cedia.edu.ec/vufind/Record/ESPE_5362fac06e22439852ef898641be23c8/Details?sid=3229304
- Valle, K. (2022). Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras. Reciena. 40-50. <https://reciena.esepoch.edu.ec/index.php/reciena/article/view/49>
- Zhao, X., Ponchon, B., Lanctôt, S., & Lacasse, P. (2019). Invited review: Accelerating mammary gland involution after drying-off in dairy cattle. Journal Dairy Science, 102(8), 6701 - 6717. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16377>