

EFFECTO DE UN SUSTITUTO DE CALOSTRO SOBRE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN TERNERAS HOLSTEIN-FRIESIAN EN ETAPA CALOSTRAL

EFFECT OF A COLOSTRUM SUBSTITUTE ON PASSIVE IMMUNITY TRANSFER IN HOLSTEIN-FRIESIAN CALVES DURING THE COLOSTRAL STAGE

Romario Valencia Saavedra¹  Julia Mercedes Ramírez Sánchez¹  Zara E. León Gallardo¹ 

¹Universidad Nacional de Trujillo (UNT), Trujillo, Perú

Autor de correspondencia:
Dr. Romario Valencia Saavedra
rvalencia@unitru.edu.pe

Como citar este artículo: Valencia, R., Mercedes J., León Z. (2026). Efecto de un sustituto de calostro sobre la transferencia de inmunidad pasiva en terneras Holstein – Friesian en etapa calostrual. *Revista Hatun Yachay Wasi*, 5(1), pp. 107–120. DOI: 10.57107/hyw.v5i1.109

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso parcial o total de un sustituto de calostro sobre la transferencia de inmunidad pasiva en terneras Holstein - Friesian durante la etapa calostrual. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, sumando un total de 100 unidades experimentales. Los tratamientos fueron T0 (4 L de calostro materno), T1 (3 L de calostro + 100 g de sustituto en 2 L de agua), T2 (2 L de calostro + 100 g de sustituto en 2 L de agua), T3 (200 g de sustituto en 4 L de agua) y T4 (300 g de sustituto en 6 L de agua). La administración del calostro y sustituto se realizó por biberón durante la primera hora de vida. Los resultados mostraron que T4 presentó la mayor concentración de inmunoglobulinas en calostro y/o sustituto entre las evaluaciones realizadas a las 24 y 36 h ($p < 0,05$). En cuanto a la concentración de proteínas plasmáticas totales, los tratamientos T2 y T4 evidenciaron valores significativamente superiores ($p < 0,05$). Además, el tratamiento T2 registró la mayor concentración de inmunoglobulinas séricas ($p < 0,05$). En cuanto a morbi-mortalidad, el T3 no presentó casos de mortalidad ($p < 0,05$). Se concluye que el uso total de sustituto de calostro materno mejora la transferencia de inmunidad pasiva en terneras Holstein-Friesian.

Palabras clave: Calostro, sustituto de calostro, inmunoglobulinas, terneras, transferencia de inmunidad pasiva.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of partial or total use of a colostrum substitute on passive immunity transfer in Holstein-Friesian calves during the colostrual stage. A completely randomized design with five treatments and four replicates per treatment was used for a total of 100 experimental units. The treatments were T0 (4 L of maternal colostrum), T1 (3 L of colostrum + 100 g of substitute in 2 L of water), T2 (2 L of colostrum + 100 g of substitute in 2 L of water), T3 (200 g of substitute in 4 L of water), and T4 (300 g of substitute in 6 L of water). Colostrum and substitute were administered by bottle during the first hour of life. The results showed that T4 had the highest concentration of immunoglobulins in colostrum and/or substitute between the evaluations performed at 24 and 36 h ($p < 0.05$). Regarding total plasma protein concentration, treatments T2 and T4 showed significantly higher values ($p < 0.05$). Furthermore, treatment T2 registered the



highest serum immunoglobulin concentration ($p < 0.05$). In terms of morbidity and mortality, T3 showed no cases of mortality ($p < 0.05$). It is concluded that the complete use of maternal colostrum substitute improves the transfer of passive immunity in Holstein-Friesian calves.

Keywords: Colostrum, colostrum replacer, immunoglobulins, calves, passive immunity transfer.

INTRODUCCIÓN

La crianza eficiente de terneras representa una de las etapas más críticas dentro del ciclo productivo de los sistemas ganaderos lecheros. Una adecuada atención en las primeras horas de vida, en especial durante la etapa calostrual, es determinante para asegurar la salud, el crecimiento y el rendimiento productivo futuro de las terneras. En este contexto, la administración oportuna de calostro de alta calidad permite el traspaso de inmunoglobulinas (Ig), esenciales para la transferencia de inmunidad pasiva en las primeras semanas de vida, cuando el sistema inmune del neonato aún es inmaduro (Jones & Heinrichs, 2025).

El calostro bovino es la primera secreción de la glándula mamaria postparto y se caracteriza por contener una alta concentración de inmunoglobulinas, nutrientes, factores de crecimiento y componentes bioactivos que no solo proporcionan protección inmunológica, sino que también favorecen el desarrollo intestinal y metabólico del neonato. Las inmunoglobulinas G (IgG), que representan hasta el 85 % del total de Ig presentes en el calostro, son las más relevantes en la protección sistémica de las terneras frente a agentes patógenos (Feeney et al., 2018). Dado que la placenta de los rumiantes impide el paso de anticuerpos de la madre al feto, el calostro se convierte en la única vía para transferir inmunidad pasiva. Esta transferencia debe ocurrir en un periodo crítico de entre 2 y 6 horas tras el

nacimiento, momento en el cual el epitelio intestinal del neonato mantiene su máxima capacidad de absorber macromoléculas intactas, como las inmunoglobulinas; pasadas 24 h, esta capacidad disminuye drásticamente (Jones & Heinrichs, 2022).

El calostro de baja calidad representa uno de los principales riesgos asociados con la falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTPI), y su calidad se encuentra condicionada por una serie de factores, tanto fisiológicos como de manejo. Entre estos, se incluyen número de partos, estado de salud de la vaca, precocidad del ordeño postparto, higiene durante el manejo, método de almacenamiento, tratamiento térmico del calostro; así como, el intervalo entre el parto y su recolección (Mann et al., 2020; Renaud et al., 2017; Sutter et al., 2019). La presencia del ternero durante el ordeño también puede influir en la calidad del calostro recolectado. A su vez, la estación del año y factores ambientales, como el estrés térmico afectan la inmunocompetencia de la madre, comprometiendo la concentración de Igs y otros componentes esenciales del calostro (Cordero et al., 2022).

La presencia de contaminantes bacterianos, producto de un manejo inadecuado, puede además reducir su valor inmunológico y acelerar el cierre del epitelio intestinal en el neonato, limitando la absorción de Ig y, por tanto, la eficacia del proceso de inmunización pasiva (Geiger, 2020; Renaud

et al., 2017). Por lo que es importante suministrar un calostro de calidad para las terneras, cuya dependencia de una forma de inmunidad pasiva basada en inmunoglobulinas (Ig), hace que su suministro sea fundamental. Garantizar la administración de cantidades adecuadas de calostro de alta calidad inmediatamente después del nacimiento, se presenta como el factor más crucial, para prevenir la falta en la transferencia de inmunidad pasiva (FTPI) y, por ende, para salvaguardar la salud de las terneras (Yang et al., 2025).

La falla en la FTPI ocurre cuando los niveles de IgG en sangre son inferiores a 10 g/L en las primeras 24-48 h de vida. Esta condición incrementa la susceptibilidad a enfermedades, especialmente diarreas y neumonías, y está asociada a una mayor morbi-mortalidad y menor rendimiento productivo en la etapa adulta (Godden et al., 2019; Sistema Nacional de Monitoreo de la Salud Animal [NAHMS], 2021a). Estudios longitudinales han reportado que las terneras con FTPI tienen menor ganancia de peso diaria, menor eficiencia alimenticia y mayor riesgo de descarte antes del primer parto (Geiger, 2020). En consecuencia, cuando no se garantiza la calidad ni la cantidad del calostro suministrado en una unidad productiva intensiva, se incrementa el riesgo de infecciones, lo cual obliga al uso frecuente de antibióticos como medida correctiva. Esta práctica no solo eleva los costos de producción, sino que contribuye al desarrollo de resistencia antimicrobiana, reduciendo la eficacia terapéutica futura y afectando negativamente el desempeño productivo del animal (Elizondo et al., 2021). Debido a esto, han surgido alternativas como los sustitutos de calostro, productos industriales elaborados a partir de plasma o suero bovino, formulados para proveer IgG y otros componentes

esenciales. Su uso se plantea como una estrategia práctica para asegurar la inmunización pasiva cuando el calostro materno no está disponible o no cumple con los criterios de calidad (Jones & Heinrichs, 2022).

Chamorro et al. (2017) evidenciaron una reducción en la morbilidad y en la necesidad de antibióticos en terneras pré-destetadas al ser suplementadas con sustituto de calostro, incluso cuando ya contaban con una transferencia pasiva adecuada. Esto respalda el enfoque de utilizar sustitutos no solo como reemplazo, sino también como coadyuvantes inmunonutricionales.

Por otro lado, Tomaluski et al. (2022) analizaron la relación entre diferentes fuentes de calostro y los indicadores de salud y crecimiento. Aunque todos los tratamientos permitieron una transferencia inmunológica eficiente, las diferencias en ganancia de peso, episodios de enfermedad y eficiencia alimenticia fueron notorias, siendo los tratamientos con calostro materno o congelado superiores a los sustitutos en términos de rendimiento productivo. A pesar de ello, los sustitutos mostraron ventajas prácticas como una mayor concentración de insulina en las primeras horas de vida.

González et al. (2019) y Silva et al. (2020) mostraron que tanto el calostro materno como el sustituto pueden ser eficaces, dependiendo de la estrategia de administración. En Uruguay, Schild, (2017) reportó una mortalidad del 15,4 % en terneras hasta los 70 días de vida, atribuida en parte al manejo inadecuado del calostro, lo que refuerza la necesidad de alternativas consistentes y eficientes como los sustitutos.

Estudios nacionales como los de Caballero (2017) y Aguilar (2019) destacan la elevada incidencia de diarreas y mortalidad en terneras asociadas a prácticas inadecuadas en el suministro del calostro. De esta manera, el uso de sustitutos de calostro no solo responde a una necesidad productiva, sino que se presenta como una herramienta estratégica, para reducir riesgos sanitarios y económicos, especialmente en regiones donde las condiciones de manejo o ambientales limitan el acceso a calostro materno de calidad; por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un sustituto de calostro sobre la transferencia de inmunidad pasiva en

terneras Holstein-Friesian en etapa calostrual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 100 terneras Holstein-Friesian recién nacidas alimentadas con calostro natural y diferentes niveles de sustituto de calostro comercial. El diseño estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos experimentales, cada uno con cuatro repeticiones. Los tratamientos experimentales se establecieron, basándose en la investigación de Silva et al. (2020) (Tabla 1).

TABLA 1
Tratamientos del experimento

Tratamiento	Calostro	Sustituto de calostro
T0	4 L	---
T1	3 L	100 g en 2 L H ₂ O
T2	2 L	100 g en 2 L H ₂ O
T3	---	200 g en 4 L H ₂ O
T4	---	300 g en 6 L H ₂ O

Sustituto de calostro

Es un compuesto a base de suero de leche y plasma en polvo que contiene inmunoglobulinas, suplementado con otros nutrientes (proteínas, vitaminas y minerales) y moléculas bioactivas; proporcionando un método efectivo y conveniente para transferir inmunidad

pasiva a las terneras cuando el calostro materno no está disponible (Jones & Heinrichs, 2021). En la Tabla 2 se muestra la composición nutricional del sustituto de calostro que fue suministrada por el fabricante Josera GmbH & Co. KG, utilizada en esta investigación.

TABLA 2

Composición nutricional sustituto de calostro utilizado

Nutriente	Dosis/kg	Nutriente	Dosis/kg
Proteína bruta	30	Vitamina D ₃	45 000 U.I.
Grasa bruta	3	Vitamina E	10 000 mg
Fibra bruta	0,01	Vitamina C	10 000 mg
Ceniza bruta	6,5	Hierro	1 000 mg
Calcio	0,50	Yodo	12,50 mg
Fosforo	0,50	Selenio	5 mg
Sodio	0,50	<i>Lactobacilo</i> <i>Enterococcus faecium</i>	50 x 10 ⁹ UFC
Vitamina A	150 000 U.I.		

Manejo de terneras**Plan de alimentación**

La administración del calostro y/o sustituto se realizó en la primera hora de vida, utilizando biberón. Luego de suministrar el calostro inicial, a las terneras se les alimentó con 6 L de leche/d hasta los 12 días donde se suministró 12 L/d. Posteriormente, a los 45 días el consumo alcanzó 14 L/d; la cantidad se fue disminuyendo hasta llegar a 0 L/d. Se suministró alimento concentrado a partir del día 46. La leche de descarte se utilizó para la alimentación de las terneras; por lo que, antes de ser suministrada se pasteurizó a una temperatura de 75 °C.

Acondicionamiento del ambiente y recepción de terneras

Antes de la llegada de las terneras se limpió y desinfectó todos los corrales. Una vez seco, se le colocó una cama de paja nueva. Antes de ingresar a los corrales, se realizó

asepsia al ombligo de las terneras con yodo, luego fueron pesadas y se les determinó la talla. Finalmente se les colocó un arete con su respectivo número de identificación de la ternera, distribuyéndose aleatoriamente manteniendo la uniformidad entre cada corral.

Formación de los grupos experimentales

Una vez ubicadas las terneras, se les suministró la cantidad de calostro (Tabla 1) hasta los tres primeros días de vida; luego, leche pasteurizada hasta su destete. Las terneras se pesaron (expresado en kg/ternera) cada ocho días, mediante una balanza ubicada en una plataforma especial, y se les midió su altura (expresada en cm/ternera). A los 30 días de edad de les realizó un descorné y tatuado del número del arete en la oreja. Los animales fueron

distribuidos en los grupos experimentales hasta los tres meses de vida. Las variables peso y talla se determinaron durante las 12 semanas del estudio.

Se registraron datos valores Brix en calostro y plasma de sangre, precipitación de suero de sangre en la solución de sulfito de sodio en 14, 16 y 18 % y morbi-mortalidad.

Al mes, se evaluaron parámetros productivos y económicos, para determinar la transferencia de inmunidad pasiva del calostro y sustitutos del calostro.

a. Calidad de calostro

El valor de brix del calostro natural como sustituto fue determinado midiendo su valor con un refractómetro digital (Misco, PA201, EE. UU.). Se extrajo el calostro, se pasteurizó y se almacenó en porongos para su análisis y se tomó muestra de 1 L de calostro; de esta cantidad se extrajeron cinco muestras mediante un gotero y a través del prisma de medición, se realizó el análisis. El valor normal es brix mínimo de 22 y máximo de 32.

b. Proteínas séricas

Se obtuvieron 100 muestras de sangre sin anticoagulante mediante punción en la vena yugular, en becerras a las 24 y 36 h posteriores al primer calostro. Se realizó la prueba de reflectometría, con un refractómetro digital (Misco, PA201, EE. UU.). Se aplicó la metodología según Sánchez, (2010); los resultados se expresaron en g/100 mL.

c. Inmunoglobulinas

La toma de muestra se llevó a cabo a las 24 y 36 horas después del primer calostro. La

cuantificación de las inmunoglobulinas se realizó por el método del sulfito de sodio (Sánchez (2010). Para estimar la cantidad de IgG en el suero, se utilizó un valor de referencia de 22 ° Brix, que equivale a 50 g de IgG (Socket et al., 2023).

d. Eficiencia aparente de absorción

La eficiencia aparente de absorción de inmunoglobulinas (Ig) se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{Cantidad de Ig en el suero (g)}}{\text{Cantidad de Ig ingerida (g)}} \right) * 100$$

Análisis estadístico

Se realizaron estadísticos descriptivos. Para comparar entre los diferentes tratamientos se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia estadística (p: <0,05).

RESULTADOS

Calidad del calostro y proteínas plasmáticas de terneras Holstein- friesian en etapa calostrual

En la calidad del calostro, el T2 presentó el mayor valor, aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (p = 0.214). En todos los casos, los valores se mantuvieron dentro del rango considerado como calostro de buena calidad. Las desviaciones estándar fueron moderadas y consistentes entre grupos, lo que indica condiciones homogéneas al inicio de la intervención. En lo que respecta a las proteínas plasmáticas, el T2 muestra valor ligeramente superior al resto de los tratamientos con diferencia significativa (p= 0,038).

TABLA 3

Valores promedios de calidad de calostro y proteínas plasmáticas total de terneras Holstein-Friesian en etapa calostrual

Tratamiento	Calidad de calostro		p-valor	Proteínas plasmáticas		p-valor
	(°Brix)			(° Brix)		
	X	DE		X	DE	
T0	22,79	2,97		8,15	0,58 ^a	
T1	22,32	2,11		8,48	1,14 ^a	0,038
T2	24,30	3,62		8,85	0,65 ^b	
T3	24,03	3,21		8,77	0,83 ^a	
T4	22,68	3,98	0,214	8,78	0,63 ^b	

Nota: Valores expresados en promedios y desviación estándar. Letras diferentes (a, b) por columna, indican diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Concentración de inmunoglobulinas a las 24h y 36h, séricas e ingerida y eficiencia aparente de absorción

El valor del grado brix de las inmunoglobulinas fue casi similar en todos los tratamientos, siendo más elevado en T2 a las 24 y 36 h; el T0 a las 36h obtuvo el valor más bajo, observándose diferencias estadísticamente significativas entre las 24 y 36 h post consumo ($p = 0.015$). El valor del T4 a las 24h fue estadísticamente inferior a otros tratamientos según la prueba de Tukey.

Los resultados mostraron un aumento en la concentración de IgG sérica en los tratamientos que incluyeron sustituto de calostro, siendo particularmente destacable el T2, con diferencia significativa. La inmunoglobulina ingerida reportó valores más elevados en todos los tratamientos; sin embargo, no hubo diferencia significativa entre ellos. Por otra parte, la eficiencia aparente de absorción fue casi similar entre los tratamientos; por lo que no se observó diferencia significativa.

TABLA 4
Valores promedios de Inmunoglobulinas a las 24 y 36h, sérica e ingerida y eficiencia de absorción aparente

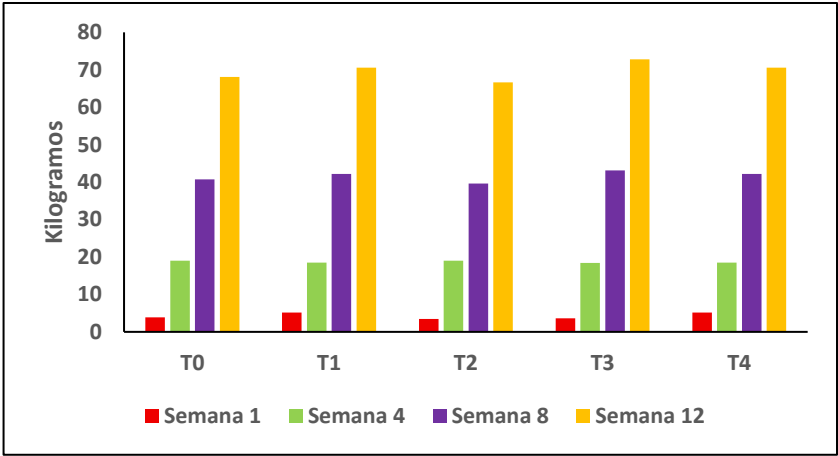
Tratamiento	Concentración de Igs (°Brix) 24h		Concentración de Igs (°Brix) 36h		IgG sérica		IgG ingerida		Eficiencia aparente de absorción	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
T0	8,27	0,75	8,15	0,58	64,09	9,52 ^a	180,3	36,12	36,38	6,84
T1	8,44	1,04	8,48	1,14	62,49	10,58 ^a	180,1	30,75	35,49	7,87
T2	8,87	0,84	8,85	0,65	72,93	10,27 ^b	200,0	39,49	37,46	7,38
T3	8,61	0,83	8,77	0,83	65,57	10,03 ^a	196,3	41,76	34,93	9,46
T4	8,51	0,67 ^a	8,78	0,63 ^b	64,56	9,82 ^a	185,4	37,71	33,68	4,61
p-valor	0,015		0,014		0,308		0,575			

Nota: Valores expresados en promedios y desviación estándar. Letras diferentes (a, b) por columna, indican diferencias significativas entre tratamientos según Tukey (p < 0,05).

Ganancia de peso y talla

No se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso ni en la talla entre tratamientos durante las 12 semanas del estudio (Fig. 1).

FIGURA 1
Incremento de talla en las terneras durante las 12 semanas del estudio

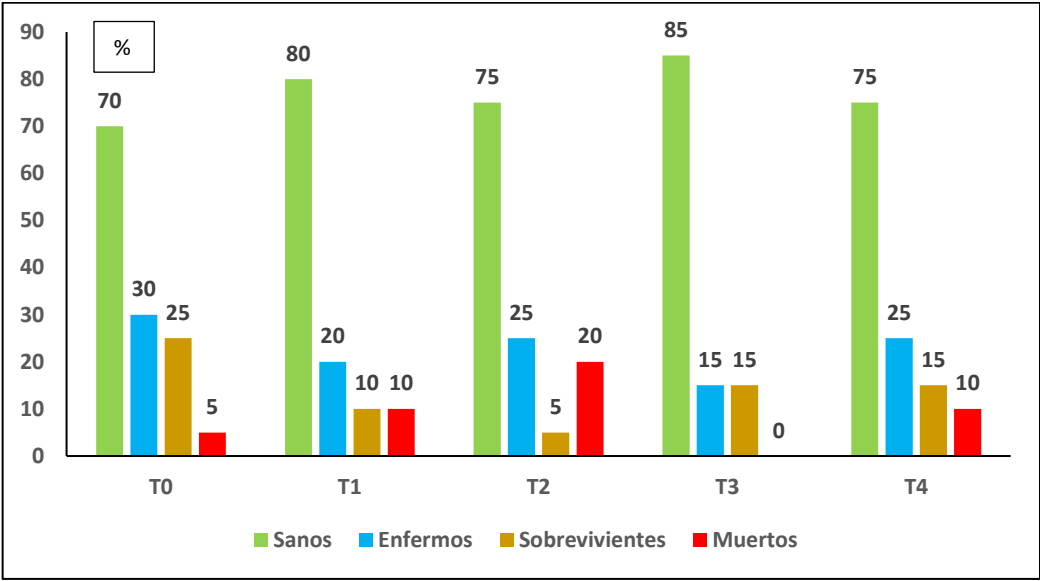


Morbi-mortalidad de las terneras Holstein-Friesian

La proporción de animales vivos se mantuvo elevada con más del 70 % en todos los tratamientos, aunque el T3 presentó la mayor supervivencia; no se observó diferencia significativa.

Las terneras pertenecientes a este tratamiento ninguna falleció; hubo diferencia significativa ($p: 0,015$) entre los sobrevivientes y muertos según los diferentes tratamientos (Fig.2).

FIGURA 2
Morbi-mortalidad en terneras Holstein- Friesian



DISCUSIÓN

En este estudio, la calidad del calostro administrado fue homogénea entre tratamientos, garantizando que las diferencias en la respuesta inmunológica no se debieran a variaciones iniciales en este parámetro. Esta estandarización, fue clave para evaluar objetivamente el impacto del sustituto de calostro en las variables inmunológicas. Diversos estudios establecen que el calostro de buena calidad debe contener concentraciones superiores a 50 g/L de inmunoglobulina G (IgG), tal como lo reportan Elizondo & Zumbado, (2021). Denholm et al. (2024) destacan que extender la administración de calostro más allá de las primeras tomas, puede mejorar la

maduración inmunológica intestinal, especialmente en ambientes con desafíos sanitarios. Además, Fischer et al. (2021), subrayan que una gestión rigurosa del calostro que incluye higiene, tiempo de administración y concentración, es determinante en la calidad inmunológica que recibe el neonato. El tratamiento T2 presentó las concentraciones más elevadas de proteínas plasmáticas total, superando incluso al grupo control alimentado exclusivamente con calostro. Este hallazgo coincide parcialmente con lo reportado por Elizondo & Zumbado, (2021), quienes evidenciaron mejoras significativas al combinar calostro materno con sustituto.

Sin embargo, diversos autores sostienen que el calostro materno sigue siendo superior frente a cualquier combinación o sustitución (Smith & Foster, 2007; Tomaluski et al., 2022). Otros estudios, como los de Fidler et al. (2011), Poulsen et al. (2010) y Priestley et al. (2013), también evidenciaron concentraciones más elevadas de proteínas séricas en terneros alimentados exclusivamente con calostro. González et al. (2019) incluso reportaron que las terneras que solo recibieron sustituto alcanzaron los niveles más bajos de proteína sérica. En contraste, Szewczuk et al. (2011) no hallaron diferencias significativas entre los tratamientos, reflejando la variabilidad entre productos comerciales. El estudio de Fischer et al. (2021) respalda esta idea al observar que los niveles de proteínas totales y de IgG fueron más consistentes en terneros que recibieron calostro de alta calidad, inmediatamente tras el nacimiento (Tabla 3).

Los valores del grado Brix de las inmunoglobulinas fueron casi similares a las 24 y 36 h de evaluación.

Este hallazgo sugiere una mejora en la transferencia de inmunidad pasiva. Tomaluski et al. (2022), indicaron que los grados Brix de los sustitutos de calostro fueron superiores a los del calostro fresco, sugiriendo que la manipulación térmica podría influir en la concentración final de IgG. López et al. (2022), mostraron que la frecuencia de administración del sustituto no afectó significativamente los niveles séricos de IgG a las 24 h, lo que significa que, en condiciones controladas, los sustitutos pueden igualar la eficacia del calostro materno.

Por otra parte, Silva et al. (2024) destacan que los sustitutos comerciales bien

formulados pueden superar los 70 g/L de IgG, garantizando valores superiores a 10 g/L en suero, umbral mínimo para una transferencia pasiva exitosa. Adicionalmente, Biemann et al. (2010) indicaron que los refractómetros digitales presentan adecuada sensibilidad, para detectar variaciones en la calidad del calostro, lo que apoya el uso de esta herramienta en sistemas de monitoreo. La correlación positiva entre los grados Brix y las concentraciones de IgG fue también corroborada por Deelen et al. (2014), respaldando los métodos empleados en la presente investigación.

Por otra parte, la evidencia no siempre es concluyente. Smith & Foster, (2007) encontraron que los terneros alimentados con sustituto de calostro presentaron una mayor tasa de FTPI y menores concentraciones de IgG que aquellos alimentados con calostro fresco, sugiriendo una variabilidad en la eficacia entre productos comerciales. Priestley et al. (2013), también observaron que la transferencia de inmunidad y el rendimiento productivo fueron significativamente más altos en animales alimentados con calostro materno, aunque el sustituto mostró una eficiencia aparente de absorción superior a la de los derivados de plasma. Astudillo, (2011) determinó que la combinación de calostro materno con sustituto redujo significativamente la FTPI en dos estaciones del año distintas, mostrando que el contexto climático también puede modificar la eficacia del calostro Elizondo et al. (2021), observó que las terneras alimentadas exclusivamente con sustituto de calostro, mostraron una mayor eficiencia en la absorción de IgG, aunque los niveles más altos de inmunoglobulinas se alcanzaron en

tratamientos que incluían calostro materno (Tabla 4).

Los hallazgos de peso y talla son similares a los de Elizondo & Zumbado, (2021); aunque se ha vinculado la IgG sérica con el desarrollo corporal, esta relación no se confirmó en este estudio. Szewczuk et al. (2011) reportaron un efecto positivo del suplemento sobre el peso, a pesar de no mostrar diferencias significativas en algunos indicadores inmunológicos, lo que sugiere beneficios indirectos sobre el metabolismo; mientras que, Tomaluski et al. (2022) observaron una menor ganancia en terneros alimentados exclusivamente con sustituto. Priestley et al. (2013) y González et al. (2019) evidenciaron que, el calostro materno mejora la ganancia diaria de peso y altura a la cruz. Al comparar con estudios en Colombia y Costa Rica (Yepes & Prieto, 2011; Monge & Elizondo, 2016), los valores obtenidos en este estudio fueron menores, posiblemente debido a diferencias en la genética, ambiente o protocolo de alimentación. Esto se respalda con el estudio de Silva et al. (2024) reportó que, si bien hay mejoras inmunológicas con el uso de sustitutos, estas no siempre se traducen en ganancias de peso visibles durante las primeras semanas, lo cual coincide con los resultados actuales (Fig. 1).

El tratamiento T3 fue el único que no presentó casos de mortalidad. En contraste, diversos estudios señalan que la morbilidad y mortalidad son menores en terneros alimentados con calostro materno (Priestley et al., 2013; González et al., 2019). Tomaluski et al. (2022) reportaron una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales y respiratorias en terneros alimentados con sustituto. Aunque algunos estudios evidencian resultados favorables para los sustitutos, estos

hallazgos no pueden generalizarse, ya que existen importantes diferencias entre productos comerciales (Godden et al., 2009) (Fig.2).

CONCLUSIONES

La cantidad de sustituto de calostro administrado influye directamente en la respuesta inmune de las terneras Holstein-Friesian, expresada en las concentraciones de inmunoglobulinas séricas y proteínas plasmáticas totales.

El sustituto de calostro también tuvo un impacto positivo en reducir la incidencia de enfermedades y la mortalidad, reflejado en los tratamientos con sustitución total de calostro materno, lo cual contribuye a optimizar el proceso de crianza y desarrollo de las terneras durante la etapa calostrual.

La implementación de sustitutos de calostro con estándares de calidad consistentes representa una oportunidad, para mejorar los indicadores de salud y productividad en sistemas ganaderos intensivos del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, R. (2011). *Efecto de la suplementación con un reemplazante de calostro bovino sobre la inmunidad pasiva en terneras Holstein-Friesian nacidos en invierno y primavera* [Tesis de Maestría, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/ega8591e/doc/ega8591e.pdf>
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N., Skidmore, A., Godden, S. & Leslie, K. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3713–3721. doi: 10.3168/jds.2009-2943

- Caballero, A. (2017). Parámetros productivos de terneras Holstein-Friesian al destete alimentadas con dos concentrados peletizados comerciales en el establo Doña Francisca S.A.C.[Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/9654>
- Chamorro, M., Cernicchiaro, N., & Haines, D. (2017). Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 1378–1387. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11652>
- Deelen, S., Ollivett, T., Haines, D., & Leslie, K. (2014). Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3838–3844. doi: 10.3168/jds.2014-7939
- Elizondo, J., & Zumbado, L. (2021). Eficacia de un sustituto de calostro sobre la transferencia de inmunidad pasiva en terneras. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 249-260. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.41096>
- Feeney, S., Morrin, S., Joshi, L., & Hickey, R. (2018). The Role of Immunoglobulins from Bovine Colostrum and Milk in Human Health Promotion. *Novel Proteins for Food, Pharmaceuticals and Agriculture*, 291–314. <https://doi.org/10.1002/9781119385332.ch16>
- Foster, D., Smith, G., Sanner, T., & Busso, G. (2006). Serum IgG and total protein concentrations in dairy calves fed two colostrum replacement products. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(8), 1282–1285. doi: 10.2460/javma.229.8.1282
- Geiger, A. (2020). Colostrum: back to basics with immunoglobulins. *Journal of Animal Science*, 98(1), S126–32. doi: 10.1093/jas/skaa142
- Godden, S., Haines, D., & Hagman, D. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1750–1757. doi: 10.3168/jds.2008-1846
- Godden, S., Lombard, J., & Woolums, A. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35, 535–556. doi: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005
- González, R., Peña, B., González, J., Cantú, J., & Rodríguez, N. (2019). Transferencia de inmunidad pasiva, salud y crecimiento de becerros empleando calostro materno pasteurizado vs suplemento. *Agraria*, 16(2), 49-55. https://www.engormix.com/lecheria/cria-terneras-reemplazo/transferencia-inmunidad-pasiva-crecimiento_a43650/
- Jones, C., & Heinrichs, J. (06 octubre, 2025). Colostrum supplements and replacer. *Pennsylvania State University Extension*. <https://extension.psu.edu/colostrum-supplements-and-replacer>

- Mann, S., Curone, A., Chandler, T., Moroni, R., 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, 9368–9383. doi: 10.3168/jds.2020-18618
- Monge, C., & Elizondo, J. (2016). El consumo de agua y su efecto sobre la ingesta de alimento balanceado y el crecimiento en terneras Jersey. *Nutrición Animal Tropical*, 10(2), 75–90. <https://doi.org/10.15517/nat.v10i2.26731>
- Navarro, H. (1989) *Análisis económico de la crianza de terneros*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile.
- Priestley, D., Bittar, J., Ibarbia, L., Risco, C., & Galvão, K. (2013). Effect of feeding maternal colostrum or plasma-derived or colostrum-derived colostrum replacer on passive transfer of immunity, health, and performance of preweaning heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 3247–3256. doi: 10.3168/jds.2012-6339.
- Renaud, D., Kelton, D., LeBlanc, S., Haley, D., Jalbert, A., & Duffield T. (2017). Validation of commercial luminometry swabs for total bacteria and coliform counts in colostrum feeding equipment. *Journal of Dairy Science*, 100, 9459–9465. doi: 10.3168/jds.2017-13228
- Sánchez (2010) Estudio comparativo de la refractometría y la técnica de sulfito de sodio para la determinación de proteína plasmática en becerras Holstein. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmloi/handle/123456789/3069>
- Schild, C. (2017) *Estimación de la tasa de mortalidad anual de terneras y caracterización de los sistemas de crianza en establecimientos lecheros en Uruguay* [Tesis de Maestría, Universidad de la República]. https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2968/JB2018_227-230.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sistema Nacional de Monitoreo de la Salud Animal – NAHMS (2021a). Colostrum Feeding and Passive Immunity of Preweaned Holstein Heifer Calves NAHMS Dairy 2014 Study Calf Component. USDA-APHIS Veterinary Services, Ft. Collins, CO.
- Silva, A., Cezar, A., Toledo, A., Coelho, M., Tomalusi, C., Virgínio, G., & Bittar, C. (2024). Enrichment of medium-quality colostrum by adding colostrum replacer, combined or not with transition milk in the feeding of dairy calves. *Scientific Reports*, 14(1), 5533. doi: 10.1038/s41598-024-55757-4.
- Silva, A., Toledo, A., Cezar, A., Coelho, M., Júnior, G., Poczynek, M., Silva, M., Haines, D., Campos, M., & Bittar, C. (2020). Passive transfer and neonatal health in dairy calves receiving maternal colostrum and/or a colostrum replacer. *Livestock Science*, 240 (104158), 104158. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104158>

- Smith, G., & Foster, D. (2007). Absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed a colostrum replacer. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2905–2908
<https://doi.org/10.3168/jds.2006-682>
- Szewczuk M., Czerniawska, E., & Palewski S. (2011) The effect of colostrum supplement on the serum protein fractions, health status and growth of calves. *Archives Animal Breeding*, 54(2):115-126.
DOI:10.5194/aab-54-115-2011
- Tomalusi, C., Coelho, M., Toledo, A., Virgínio, G., Silva, A., Dondé, S., & Bittar, C. (2022). Passive transfer, health, performance, and metabolism of calves fed different sources of colostrum. *Livestock Science*, 258, 104868.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104868>
- Yang, C., Du, M., Ahmad, A., Cheng, Y., & Gebeyew, K. (2025). Passive Immunity Establishment Through Colostral IgG Absorption in Neonatal Ruminants: Foundation for Efficient Ruminant Production. *Animals (Basel)*, 15(21), 3093. doi: 10.3390/ani15213093
- Yepes M., & Prieto, C. (2011). *Relación de la concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos de la sabana de Bogotá* [Tesis de Pregrado, Universidad de La Salle].
<https://hdl.handle.net/20.500.14625/23458>