

El calostro: fuente de vida para el ternero^φ

Carlos F. Aguilar Pérez*, Ronald H. Santos Ricalde

Introducción

El calostro constituye la primera secreción de la ubre después del parto. Tiene una textura espesa, aspecto cremoso amarillento y su función principal es proporcionar inmunidad pasiva al ternero, esto es defensas temporales contra microorganismos infecciosos a los que se expone después del nacimiento (Wattiaux 2000).

En la vaca, a diferencia de otros mamíferos, la placenta no permite el paso de agentes protectores maternos (*i.e.*, anticuerpos o inmunoglobulinas) hacia el feto. Por lo tanto, el ternero depende de la ingestión de calostro para adquirir protección durante las primeras semanas de vida, hasta que su sistema inmune genere sus propios mecanismos de defensa (Silva *et al.* 2024a). Además de inmunoglobulinas, el calostro posee otros elementos celulares de defensa, tales como linfocitos, neutrófilos, y macrófagos, así como factores de crecimiento y hormonas, como insulina y cortisol (Lopez y Heinrichs 2022).

En términos nutricionales, el calostro es rico en grasas, minerales, proteínas y vitaminas, necesarios para cubrir las demandas del recién nacido (Playford y Weiser 2021). Además de su función protectora y nutricional, el calostro tiene un efecto laxante que es importante para la expulsión del *meconio* (*i.e.*, primera evacuación intestinal), con la consiguiente estimulación de la función normal del tracto digestivo del becerro (Puppel *et al.* 2019). El objetivo de este trabajo es discutir la importancia del consumo oportuno y eficaz de calostro en el becerro recién nacido y su relación con la susceptibilidad a enfermedades, su crecimiento y desempeño futuro.

^φ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

* caperez@correo.uady.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/6556>



El becerro nace sin protección

La vaca presenta un tipo de placenta denominada sindesmocorial, que está compuesta por varias capas celulares que separan la circulación sanguínea materna de la fetal. Esta estructura impide el paso de anticuerpos maternos hacia el feto durante la gestación (Roa *et al.* 2012). Como consecuencia, el becerro nace prácticamente sin inmunidad y depende exclusivamente de la ingestión de inmunoglobulinas presentes en el calostro para adquirir protección inmunológica.

Esta transferencia debe ocurrir dentro de las primeras 24 horas de vida, ya que después de ese periodo la capacidad de absorción intestinal de anticuerpos disminuye significativamente (Lopez y Heinrichs 2022) (Fig. 1). Por lo tanto, el consumo oportuno y suficiente de un calostro de alta calidad es el factor clave que promueve la salud y supervivencia del becerro durante las primeras semanas de vida.



Figura 1. El becerro debe consumir calostro en las primeras horas de vida.

Composición del calostro bovino

Por definición, el calostro se refiere exclusivamente a la secreción mamaria del primer ordeño de la vaca posterior al parto (Wattiaux 2000). Las secreciones producidas en los ordeños siguientes, desde el segundo hasta aproximadamente el cuarto día de lactancia, se denominan leche de transición, ya que su composición cambia progresivamente hasta alcanzar las características de la leche entera.

En vacas de razas lecheras, la concentración promedio de anticuerpos en el calostro es aproximadamente del 6%, aunque puede variar entre 2% y 23%, dependiendo de factores como la salud del animal, el manejo y el tiempo de recolección (Silva *et al.* 2024b) (Tabla 1). En contraste, la leche entera contiene una concentración de anticuerpos cercana al 0.1%, lo que evidencia la importancia del calostro en la transferencia de inmunidad al neonato. Las principales inmunoglobulinas presentes en el calostro son: IgG (85–90%), encargada de la protección sistémica, IgM (7%), que participa en la respuesta inicial frente a patógenos, y la IgA (3%), que contribuye a la inmunidad en mucosas. La IgG se subdivide en dos tipos: IgG1 e IgG2, siendo IgG1 la más abundante en el calostro (Banks 1982; Lopez y Heinrichs 2022).

“La vaca presenta un tipo de placenta denominada sín-desmocorial, que está compuesta por varias capas celulares que separan la circulación sanguínea materna de la fetal. Esta estructura impide el paso de anticuerpos maternos hacia el feto durante la gestación.”

Bioagrociencias
ISSN 2007-4314

Tabla 1: Composición de la leche y del calostro

Componente	Número de ordeño					
	1	2	3	4	5	11
	Calos-tro	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, % ¹	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

¹ Incluye el porcentaje de anticuerpos indicados en la siguiente línea

Absorción de inmunoglobulinas calostrales en el ternero

Las inmunoglobulinas del calostro son absorbidas en el intestino delgado, particularmente en el íleon y el yeyuno, a través de un sistema de transporte por pinocitosis que permite que las inmunoglobulinas pasen intactas hacia la sangre (Lopez y Heinrichs 2022). En el ternero no hay permeabilidad selectiva a las inmunoglobulinas calostrales. Esto es, todas son absorbidas hacia la sangre con la particularidad de que la IgA se re-excreta al intestino donde cumple su función protectora (Berteselli *et al.* 2024).

En general, la permeabilidad del intestino se encuentra al máximo al nacimiento y durante las primeras 6 h. Después, ésta disminuye con rapidez porque las células intestinales que absorben las inmunoglobulinas son sustituidas por una población celular más madura. La permeabilidad del intestino decae 50% a las 12 h, después del nacimiento, y a las 36 h es prácticamente nula, lo que se conoce como “cierre intestinal” (Lopez y Heinrichs 2022). Por ello, es fundamental que el ganadero asegure que el ternero reciba, entre las 12 y 24 h posteriores al parto, valores máximos de inmunoglobulinas en sangre.

La vida media de cada inmunoglobulina es de 20 días para la IgG, 4.8 días para la IgM y 2.8 días para la IgA (Banks 1982). Es importante señalar que el intestino del ternero recién nacido no sólo es permeable a las inmunoglobulinas sino también a otras macromoléculas que incluyen bacterias y otros agentes infecciosos. Por ello, es fundamental la limpieza e higiene de la ubre, o del propio calostro, así como del lugar donde tenga lugar el parto (Godden *et al.* 2019).

Evaluación de la calidad del calostro

La calidad del calostro está en función de su composición, particularmente su concentración de inmunoglobulinas. Ésta varía entre vacas y está influenciada por factores como la raza, número de partos, manejo ambiental y estatus zoonosanitario (Lopez y Heinrichs 2022).

Para evaluar la calidad del calostro, se pueden utilizar métodos de laboratorio precisos como la inmunodifusión radial (RID) o ELISA, los cuales permiten medir directamente la concentración de IgG. También, existen métodos indirectos de campo, “al pie de la vaca”, que son sencillos de realizar por el ganadero y que involucran el uso de instrumentos como un calostrómetro, o un refractómetro de grados Brix (Ahman *et al.* 2021).

Los métodos indirectos permiten inferir la concentración de inmunoglobulinas en el calostro, a partir de su gravedad específica o de su porcentaje de sólidos solubles (% Brix). Un valor $\geq 22\%$ Brix del refractómetro indica un calostro de alta calidad equivalente a una lectura ≥ 50 mg de IgG/mL en el calostrómetro. La correlación entre los resultados obtenidos con esos métodos es alta, por lo que ambos pueden ser utilizados con resultados similares (Giraldo y Amanza 2023).

El calostrómetro es un instrumento de vidrio que se puede conseguir con facilidad y a bajo precio. Su uso es sencillo y sólo implica dejarlo caer y flotar en una muestra de calostro contenido en un cilindro el cual viene con el instrumento (Fig. 2). El calostrómetro ofrece una lectura de la calidad del calostro en términos cualitativos y cuantitativos (verde: superior

>50 mg/mL, amarillo: mediocre 20-50 mg/mL, rojo: pobre <20 mg/mL) (Ahmann *et al.* 2021).

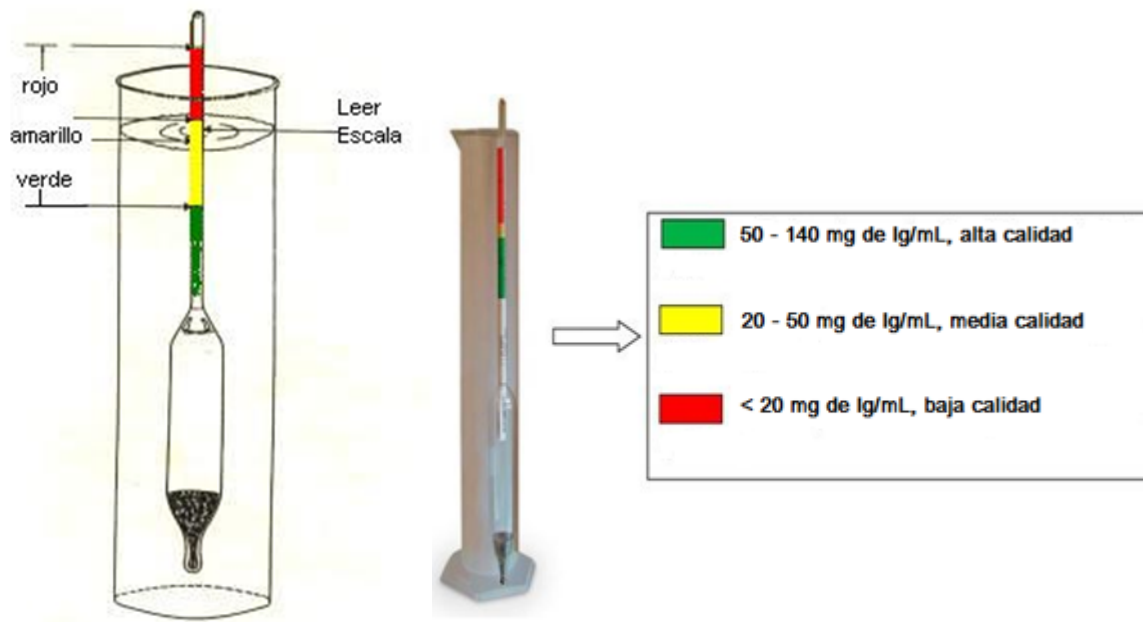


Figura 2. Calostrómetro, con escala cualitativa y cuantitativa (Modificado de Miqueo y Relling 2017).

El calostro puede ser congelado para formar “bancos de calostro” y posteriormente ser utilizado en el transcurso de los siguientes tres o cuatro meses. Para la protección del ternero recién nacido se recomienda sólo utilizar calostros de calidad superior. Los calostros de calidad mediocre, o de calidad pobre, pueden ser utilizados como alimento en becerros de mayor edad (Ahmann *et al.* 2024). Aun cuando la evaluación del calostro es una práctica fácil y rápida que se puede realizar a nivel de campo, sorprendentemente son pocos los ganaderos que lo hacen de manera rutinaria.

“La calidad del calostro está en función de su composición, particularmente su concentración de inmunoglobulinas.”

Factores que influyen en la calidad del calostro

Raza

La calidad del calostro varía según la raza del ganado. En razas lecheras, como la Holstein, se han reportado concentraciones de inmunoglobulinas entre 6 y 9 g por cada 100 g de calostro. En cambio, las vacas de razas de carne o de doble propósito (cruces de *Bos taurus* x *Bos indicus*) suelen producir calostro con una mayor concentración de inmunoglobulinas, lo cual se relaciona generalmente con un menor volumen de calostro (Morrill *et al.* 2012). En este sentido, Silva-del-Río *et al.* (2017) observaron que en vacas que produjeron más de 6 kg de calostro, la concentración de inmunoglobulinas fue menor.

Número de partos

Las vacas multíparas suelen tener mayores concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro. Morrill *et al.* (2012) reportan concentraciones de IgG calostrales de 42.4, 68.6, y 95.9 mg/mL, en vacas de primera, segunda o tercera lactancia, respectivamente.

Momento del ordeño (horas posparto)

La concentración de inmunoglobulinas en el calostro disminuye conforme pasan las horas después del parto. Se estiman reducciones en la concentración de inmunoglobulinas de 37% a las 6 h, 75% a las 12 h y cerca del 80% a las 24 h después del parto (Puppel *et al.* 2019).

Alimentación

La alimentación de la vaca debe ser balanceada en cuanto a proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Dado que, estructuralmente, las inmunoglobulinas son proteínas, es importante asegurar que las vacas reciban el aporte proteico que requieren. En general, las vacas en lactación deben recibir una ración con un mínimo de 14-15% de proteína cruda (Puppel *et al.* 2019).

Duración del periodo seco

La duración del tiempo en la que la vaca no produce leche (*i.e.*, periodo seco), puede afectar la calidad del calostro. En vacas lecheras, la duración del periodo seco suele ser de 60 días. Se acepta, en general, que la duración del periodo seco en la vaca nunca debe ser menor a cuatro semanas. Un periodo seco muy corto, o incluso inexistente, reduce tanto el volumen como la concentración de inmunoglobulinas en el calostro (Puppel *et al.* 2019).

Estado de salud e inmunidad de la vaca

El nivel de anticuerpos en el calostro de la vaca dependerá en gran medida de su estado de salud, carga de organismos infecciosos en el ambiente y vacunas que haya recibido (Wattiaux 2000). Vacunar a las vacas seis semanas previas al parto propicia un aumento en las concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro y es una práctica seguida por algunos ganaderos (Godden *et al.* 2019).

Falla en la transferencia de inmunoglobulinas calostrales

La falla en la transferencia de inmunoglobulinas (FTI), o falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), se refiere a la deficiencia en el paso de las inmunoglobulinas del calostro hacia el becerro (Medina Cruz 1994; Lombard *et al.* 2020). La mayoría de los estudios sobre FTIP se han centrado en sistemas de lechería especializada donde es un problema común, con prevalencia de 20-40% (Beam *et al.* 2009), e incluso cercana a 45% (Arroyo-Arroyo y Elizondo-Salazar 2014).

Aunque hay menos estudios, en becerros de carne, o doble propósito, la evidencia sugiere que la tasa de FTIP tiende a ser menor en estos sistemas donde los becerros permanecen más tiempo con sus madres y tienen más oportunidad de consumir calostro de forma natural y repetida. En Yucatán, México, se reportó que el 100% de becerros doble propósito tuvo concentraciones de inmunoglobulinas séricas >20 mg/mL en la primera semana de vida (Cortés-Guerra *et al.* 2024). Se acepta que existe FTIP cuando se encuentran concentraciones de IgG menores de 10 mg/mL en el suero de los terneros, entre los 2 y los 7 días de nacidos (Godden *et al.* 2019; Furman-Fratczak *et al.* 2011).

Debido a que se han encontrado menores tasas de morbilidad y mortalidad en terneros con concentraciones séricas de IgG mayores del mínimo referido, Lombard *et al.* (2020) propusieron un nuevo estándar de clasificación para definir la transferencia de inmunidad pasiva en el ternero que incluye cuatro categorías: excelente (≥ 25 mg/mL), bueno (18 – 24.9 mg/mL), justo (10 – 17.9 mg/mL) y pobre (<10 mg/mL).

La prueba de laboratorio de inmunodifusión radial (RID) es considerada la “prueba de oro” para la validación de FTIP en terneros, al determinar con precisión la concentración sérica de IgG (Weaver *et al.* 2000). De forma práctica, a nivel de campo es posible identificar si existe FTIP con un refractómetro de proteína sérica (Fig. 3), que mide la concentración de proteína sérica total (PST) que se asocia con la concentración de inmunoglobulinas en el calostro, ya que éstas constituyen la mayoría de las proteínas circulantes en el suero del ternero recién nacido (Calloway *et al.* 2002).

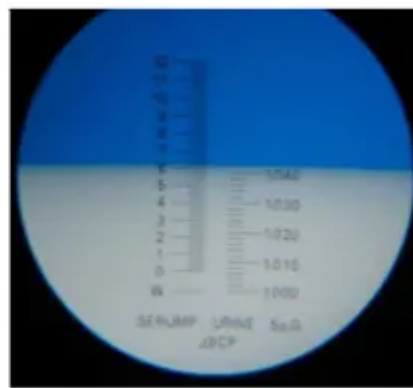


Figura 3 . Refractómetro de proteína sérica (tomado de Miqueo y Relling 2017).

“La falla en la transferencia de inmunoglobulinas (FTI), o falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), se refiere a la deficiencia en el paso de las inmunoglobulinas del calostro hacia el becerro.”

Deelen *et al.* (2014) demostraron que es posible usar el refractómetro de grados Brix para validar la FTIP, la cual resulta al encontrar valores <8.4% brix. Otra posibilidad para determinar la concentración de inmunoglobulinas séricas de los terneros es con la prueba de turbidez por sulfato de zinc. Este es un método de laboratorio rápido y económico que también se basa en la determinación de la PST (Weaver *et al.* 2000).

Las principales causas de la FTIP en el ternero (Fig. 4) son resultado de una combinación de factores relacionados con la calidad del calostro, la cantidad ingerida, el momento y forma de suministro, y la capacidad de absorción del intestino del ternero (Reschke *et al.* 2017).



Figura 4. Becerro con FTIP.

Baja calidad

Un calostro de buena calidad debe contener al menos 50 mg/mL de IgG. En 2010, Morrill *et al.* (2012) concluyeron que el 70% de los calostros evaluados contenían concentraciones de IgG por arriba del mínimo recomendable en 67 granjas comerciales en los Estados Unidos.

En 2014, la USDA evaluó 104 granjas lecheras en Estados Unidos y reportó que 77.4% de las muestras tenían IgG > 50 g/L, con una concentración promedio de IgG de 74.4 g/L (Quigley, 2019). En Latinoamérica, los estudios en su mayoría también reportan calostros de buena calidad. En Colombia, se evaluaron 81 muestras de calostro de vacas Brahman rojo utilizando un calostrómetro y los resultados mostraron que el 95% de las muestras eran de

buena calidad, 4.9% de calidad media y ninguna fue clasificada como de mala calidad (Giraldo y Almanza 2023). En Costa Rica, se analizaron 537 muestras de calostro de vacas Holstein, Jersey y sus cruces. Estas muestras tuvieron una concentración promedio de inmunoglobulinas de 85 mg/mL y solo el 13.2% del calostro fue clasificado como de baja calidad (Elizondo-Salazar 2015).

En Yucatán, México, 66.7 % de los calostros evaluados en vacas doble propósito (Holstein x Cebú) fueron de calidad superior (>50 mg/mL), 23.3 % fueron de calidad moderada (20-50 mg/mL) y sólo 10% de los calostros resultó ser de pobre calidad (<20 mg/mL) (Cortés-Guerra *et al.* 2024). Algunos estudios han encontrado poca relación entre el nivel de inmunoglobulinas del calostro y la concentración de inmunoglobulinas séricas del ternero, lo que demuestra que la inmunidad pasiva no depende únicamente de la calidad del calostro sino también de la cantidad y el momento de su ingestión (Cortés-Guerra *et al.* 2024).

Consumo insuficiente

Los terneros deben consumir en la primera toma una cantidad de calostro equivalente entre 10% y 12% de su peso corporal (Godden *et al.* 2019). Algunos estudios recomiendan suministrar al ternero al menos 3 L de calostro de buena calidad dentro de las primeras 2 h después del nacimiento, seguidos de otros 2 L en las siguientes 4 h. Una práctica común en granjas lecheras consiste en ofrecer 4 L de calostro del primer ordeño en las primeras 2 h, y luego administrar 2 L adicionales entre 6 y 12 h más tarde. Sin embargo, dado que pocos terneros consumen voluntariamente 6 L de calostro es necesario utilizar una sonda o alimentador esofágico para asegurar la ingesta adecuada (Lopez y Heinrichs 2022).

Retraso en el suministro

En el ternero, la absorción intestinal de inmunoglobulinas se encuentra al máximo en las primeras 2 h de vida y disminuye drásticamente después de las 6 h. La capacidad del intestino de absorber inmunoglobulinas del calostro disminuye en un tercio a las 6 h del nacimiento y en dos tercios después de las 12 h. A partir de las 24 h de nacido, el intestino del ternero prácticamente ya no es capaz de absorber inmunoglobulinas (Puppel *et al.* 2019). Por otra parte, el calostro debe ser ingerido antes de la llegada de microorganismos patógenos al intestino, de lo contrario, algunas bacterias como *Escherichia coli* pueden adherirse a las células epiteliales del intestino e inhibir la absorción y la adherencia de las inmunoglobulinas calostrales (Puppel *et al.* 2019).

Método de suministro

En ganado lechero, se ha reportado que entre 25 y 30% de los terneros recién nacidos no logran alimentarse de su madre a las 6 h, y aproximadamente el 20% no lo hace a las 18 h (Moran 2012). En ganado lechero, se ha reportado que el suministro de calostro por biberón, o por sonda esofágica, es más efectivo que permitir que el ternero se amamante por sí solo (Meneses *et al.* 2012). Esto contrasta con estudios previos que señalan que la tasa de absorción y concentración sérica de inmunoglobulina G es mayor cuando se permitía que el becerro mame directamente de su madre (Stott *et al.* 1979).

En caso de utilizarse una sonda de alimentación, su colocación debe hacerse con precaución para evitar una posible aspiración pulmonar. El suministro de calostro por sonda esofágica demostró una mayor proporción de terneras lecheras con transferencia adecuada de IgG ($> 10 \text{ mg / mL}$), en comparación con el amamantamiento natural, con la alimentación en cubeta, o con biberón (Meneses *et al.* 2012). Es importante destacar que, a diferencia del amamantamiento, o el uso del biberón, la administración de calostro por sonda esofágica no estimula el cierre de la gotera esofágica. Esta estructura anatómica permite que el calostro pase directamente al abomaso y evite su entrada al retículo-rumen. Sin embargo, este aspecto ha sido considerado poco relevante ya que se ha comprobado que el calostro se transfiere rápidamente —en cuestión de minutos— desde el retículo-rumen hacia el abomaso sin afectar la absorción intestinal de inmunoglobulinas (Lateur-Rowet y Breukink 1983). Por otra parte, en condiciones de poca higiene, con el amamantamiento natural se tiene el riesgo de facilitar el acceso de microorganismos patógenos al ternero.

Mal almacenamiento y manejo

Un calostro mal almacenado —por ejemplo, sin refrigeración adecuada o con una congelación deficiente— puede sufrir proliferación bacteriana o degradación de sus inmunoglobulinas. Además, si el calostro se descongela incorrectamente o se calienta en exceso, las inmunoglobulinas pueden dañarse, reduciendo su efectividad (Ahmann *et al.* 2024).

Problemas del ternero al nacer y conformación de la ubre de la vaca

Los terneros que nacen prematuros, débiles o tras partos difíciles (distócicos), pueden tener una capacidad intestinal reducida para absorber inmunoglobulinas. Además, la forma de la ubre y los pezones —especialmente en vacas de razas cebuínas y sus cruces— puede dificultar que el ternero logre mamar correctamente (Arroyo-Arroyo y Elizondo-Salazar 2014). Las ubres edematizadas, distendidas, colgantes, con pezones supernumerarios, pendulares y excesivamente grandes, suelen ser la causa principal de que se dificulte o impida el amamantamiento, o de que el ternero se demore en mamar (Ventorp y Michanek 1992; Medina-Cruz 1994).

Consumo de calostro y su relación con la salud y crecimiento del ternero

Asegurar una transferencia adecuada de inmunidad pasiva hacia el ternero es fundamental para el ganadero. Se ha demostrado que los becerros con FTIP presentan un crecimiento más lento y son más propensos a sufrir episodios graves de diarrea y neumonía, además de tener mayores tasas de mortalidad (Nocek *et al.* 1984; Puppel *et al.* 2019).

Se ha reportado que retrasar la primera toma de calostro tiene un impacto significativo en la tasa de mortalidad de los terneros. Si el calostro se administra entre 2 y 6 h después del nacimiento, la mortalidad es del 5%, entre 7 y 12 h aumenta al 8%, entre 13 y 24 h al 11% y si se retrasa entre 25 y 48 h la mortalidad alcanza el 20% (Margerison y Downey 2005). Además, en terneras lecheras, la FTIP puede afectar negativamente la productividad a largo

plazo y reducir la producción de leche durante la primera y segunda lactancia, y aumentar la tasa de descarte de vacas en la primera lactancia (Faber *et al.* 2005). Terneros con niveles adecuados de IgG (>10 g/L en suero a las 24–48 h de vida) tienen menor incidencia de enfermedades infecciosas, como diarreas neonatales, neumonías y septicemias (Furman-Fratczak *et al.* 2011). Se ha demostrado que terneros con FTIP tienen hasta cuatro veces más riesgo de morir en las primeras semanas de vida, comparado con aquellos que recibieron inmunidad pasiva adecuada (Lopez y Heinrichs 2022).

Conclusiones

El ternero nace sin protección alguna y para su sobrevivencia depende de la ingestión oportuna de un calostro de buena calidad. Los principales factores que contribuyen a que los terneros adquieran una transferencia adecuada de las inmunoglobulinas calostrales son: utilizar calostros de calidad superior (con concentración de Ig >50 mg/mL), suministrar un adecuado volumen de calostro (10–12% del peso del ternero al nacer), y que esto sea en las primeras dos horas después del nacimiento. Un ambiente higiénico y controlado, la atención del becerro al nacimiento, así como el método de suministro de calostro, son herramientas que pueden contribuir a la óptima protección del becerro y elevar el porcentaje de animales destetados.

Referencias

- Ahmann J, Steinhoff-Wagner J y Büscher W. 2021. Determining immunoglobulin content of bovine colostrum and factors affecting the outcome: a review. *Animals* 11(12): 3587. <https://doi.org/10.3390/ani11123587>.
- Ahmann J, Friederichs J, Büscher W y Steinhoff-Wagner J. 2024. Survey on colostrum management by German dairy farmers focusing on frozen colostrum storage. *Journal of Dairy Science* 107(11):9459–9476. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24716>.
- Arroyo-Arroyo JJ y Elizondo-Salazar JA. 2014. Prevalencia de falla en la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):279–285. <https://doi.org/10.15517/am.v25i2.15430>.
- Banks KL. 1982. Host defense in the newborn animal. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 181(10):1053–1056.
- Beam AL, Lombard JE, Koprak CA, Garber LP, Winter AL y Hicks JA y Schlatter JL. 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science* 92(8):3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>.
- Berteselli GV, Filipe J, Martelli A, Vezzaro G, Canali E y Dall'Ara P. 2024. Salivary IgG and IgA in newborn calves and the possible role in the assessment of passive immunity transfer. *Frontiers in Veterinary Science* 11:1383379. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1383379>.
- Calloway CD, Tyler JW, Tessman RK, Hostetler D y Holle J. 2002. Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of serum protein concentration

- to assess passive transfer status in calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221(11):1605-1608. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.1605>.
- Cortés-Guerra RS, Aguilar-Pérez CF, Magaña-Monforte JG y Santos-Ricalde RH. 2024. Evaluación del calostro y su relación con los niveles séricos de inmunoglobulinas y crecimiento de las crías, en dos hatos de vacas doble propósito en el sureste de México. *Revista Bio Ciencias* 11:e1625. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1625>.
- Deelen SM, Ollivett TL, Haines DM y Leslie KE. 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science* 97(6):3838-3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>.
- Faber SN, Faber NE, McCauley TC y Ax RL. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist* 21(5):420-425. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31240-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31240-7).
- Furman-Fratczak K, Rzas A y Stefaniak T. 2011. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *Journal of Dairy Science* 94(11):5536-5543. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>.
- Giraldo Llinás A y Almanza Plaza D. 2023. Evaluación en campo de la calidad del calostro bovino y transferencia de inmunidad pasiva en terneros en Montería, Córdoba. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Colombia. Fecha de consulta 20/08/2025 en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/bd8256f1-356e-4d90-95d9-50ac60322092/content>.
- Godden S M, Lombard JE y Woolums AR. 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>.
- Lateur-Rowet HJM y Breukink HJ. 1983. The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. *The Veterinary Quarterly* 5(2):68-74. <https://doi.org/10.1080/01652176.1983.9693874>.
- Lombard J, Urie N, Garry F, Godden S, Quigley J *et al.* 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science* 103(8):7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- Lopez AJ y Heinrichs AJ. 2022. Invited review: the importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science* 105(4):2733-2749. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>.
- Margerison J y Downey N. 2005. Guidelines for optimal dairy heifer rearing and herd performance. En: Garnsworthy PC (Ed.). *Calf and heifer rearing: principles of modern dairy heifer from calf to calving*. Nottingham University Press. Londres. pp. 307-338.
- Medina-Cruz M. 1994. *Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras*. Unión Tipográfica Editores Hispanoamericanos (UTEHA), Noriega Editores. México. 306 pp.
- Meneses Á, Mora O y Cedeño-Quevedo D. 2012. Evaluación de tres métodos de suministro de calostro en terneras en Nariño, Colombia. *Revista Investigación Pecuaria* 1(1):71-78.
- Miqueo E y Relling A (20 febrero 2017). Calostro: primer alimento en definir el futuro productivo del rodeo lechero. Parte 1: calostro e inmunidad pasiva. Engormix. Fecha de consulta 20/08/2025 https://www.engormix.com/lecheria/cria-terneras-reemplazo/calostro-primer-alimento-definir_a40330/.
- Moran JB. 2012. *Rearing young stock on tropical dairy farms in Asia*. CSIRO Publishing. Australia. 275 pp.

- Morrill KM, Conrad E, Lago A, Campbell J, Quigley J y Tyler H. 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science* 95(7):3997-4005. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>.
- Nocek JE, Braund DG y Warner RG. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, and serum protein. *Journal of Dairy Science* 67(2):319-333. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(84\)81305-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(84)81305-3).
- Puppel K, Gołębiewski M, Grodkowski G, Slósarz J, Kunowska-Slósarz M, Solarczyk P, Łukasiewicz M, Balcerak M y Przysucha T. 2019. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: a review. *Animals* 9(12): 1070. <https://doi.org/10.3390/ani9121070>.
- Playford RJ y Weiser MJ. 2021. Bovine colostrum: its constituents and uses. *Nutrients* 13(1):265. <https://doi.org/10.3390/nu13010265>.
- Quigley JD. (03 febrero 2019). Calf Note #204 – Calidad del calostro e inmunidad pasiva en terneros en los EE. UU. CalfNotes.com. Fecha de consulta 20/08/2025 en <https://calfnotes.com/pdffiles/CN204e.pdf>.
- Reschke C, Schelling E, Michel A, Remi-Wohlfender F y Meylan M. 2017. Factors associated with colostrum quality and effects on serum gamma globulin concentrations of calves in Swiss dairy herds. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31(5):1563-1571. <https://doi.org/10.1111/jvim.14806>.
- Roa I, Smok SC y Prieto GR. 2012. Placenta: anatomía e histología comparada. *International Journal of Morphology* 30(4):1490-1496. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000400036>.
- Silva-del-Río N, Collier, RJ. y Fricke PM. 2017. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5774–5781. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12201Silva>
- Silva FG, Silva SR, Pereira AMF, Cerqueira JL y Conceição C. 2024a. A Comprehensive Review of Bovine Colostrum Components and Selected Aspects Regarding Their Impact on Neonatal Calf Physiology. *Animals* 14(7) 1130. <https://doi.org/10.3390/ani14071130>.
- Silva KN, Martin CC, Camargo L, Daza IMO, Defensor ML y Gomes V. 2024b. Immunological quality of colostrum and specific antibodies against enteropathogens in the colostrum and transition milk of crossbred Gir × Holstein cows. *Journal of Animal Science* 102:skae342. <https://doi.org/10.1093/jas/skae342>.
- Stott GH, Marx DB, Menefee BE y Nightengale GT. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. IV. Effect of suckling. *Journal of Dairy Science* 62(12):1908-1913. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83522-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83522-5).
- Ventorp M y Michanek P. 1992. The importance of udder and teat conformation for teat seeking by the newborn calf. *Journal of Dairy Science* 75(1):262-268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77761-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77761-3).
- Wattiaux MA. 2000. Crianza de terneras-del nacimiento al destete 28) Importancia de alimentar con calostro. *Esenciales Lecheras*. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, 109-112. Fecha de consulta 20/08/2025 en <https://federated.kb.wisc.edu/images/group226/52749/27-32/28Importanciadealimentarconcalostro.pdf>.

Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE y Barrington GM. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. Journal of Veterinary Internal Medicine 14(6):569-577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>.

Aguilar Pérez CF, Santos Ricalde RH. 2025. El calostro: fuente de vida para el ternero. Bioagrociencias 18 (2): 177-190.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6556>

