



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2024; 15:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2024.6>

Artículo Original. Recibido: 15/10/2020. Aceptado:24/04/2024. Publicado: 25/05/2024. Clave: e2020-83.

<https://www.youtube.com/watch?v=3k3wH0aLSPk>

Efecto estacional de la calidad del calostro y el peso de la cría en la transferencia de inmunidad pasiva en becerros bovinos

Seasonal effect of colostrum quality and calf weight on passive immunity transfer in bovine calves



Peña-Revuelta Blanca^{1ID}, Ávila-Cisneros Rafael^{1ID}, González-Avalos José^{2ID},
Preciado-Rangel Pablo^{3ID}, Guillén-Muñoz Juan^{1ID}, González-Avalos Ramiro^{*1ID}

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. ²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo, Hidalgo, México. ³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila, México. *Autor responsable y de correspondencia: González-Avalos Ramiro. E-mail: blanca8989@hotmail.com, raavci2003@yahoo.com.mx, jose_gonzalez3613@uaeh.edu.mx, pablo.pr@torreon.tecnm.mx, jaliscorga@gmail.com

RESUMEN

El calostro es una fuente rica en nutrientes, pero sobre todo en diversos componentes inmunológicos que proporcionan inmunidad pasiva al neonato. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto en la calidad de calostro bovino y peso de la cría, en diferente época del año sobre la transferencia de inmunidad pasiva en becerros. Para la calidad de calostro, se utilizaron 2,744 vacas Holstein multíparas, se consideró <20 mg/mL de inmunoglobulinas (Ig) baja, de 20-50 mg/mL media y 50-140 mg/mL alta calidad respectivamente. Respecto al peso de las crías se realizó una separación de animales inferiores y otro superior a 40 kg respectivamente. El calostro suministrado a los recién nacidos se colectó del primer ordeño postparto; inmediatamente después a la colecta, se pasteurizó a una temperatura de 60 °C por 60 min, en un pasteurizador comercial. Los resultados muestran un promedio de calidad del calostro de 78 mg/mL de Ig. La concentración de Ig superó los 50 g/L por lo que se consideró como calostro de buena calidad. La concentración promedio de proteína sérica de los animales evaluados fue de 6.3 g/dL. Se consideró la transferencia exitosa en la adquisición de inmunidad pasiva debido a que la proteína sérica fue mayor a 5.5 g/dL en todas las estaciones del año; el 90.2% de los becerros mostraron concentraciones de éxito en la transferencia. Se concluye que la estación del año y la administración de calostro con calidad favorece la transferencia de inmunidad pasiva.

Palabras clave: calostro, desarrollo, inmunoglobulina, leche, proteína sérica.

ABSTRACT

Colostrum is a rich source of nutrients, particularly various immunological components that confer passive immunity to the neonate. The objective of this study was to assess the effect of bovine colostrum quality and calf weight during different seasons on the transfer of passive immunity in calves. For colostrum quality assessment, 2,744 multiparous Holstein cows were used, with concentrations of immunoglobulins (Ig) categorized as <20 mg/mL considered low, 20-50 mg/mL as medium, and 50-140 mg/mL as high quality, respectively. Regarding calf weights, animals were separated into those weighing less and those weighing more than 40 kg, respectively. Colostrum supplied to newborns was collected from the first postpartum milking; immediately after collection, it was pasteurized at a temperature of 60 °C for 60 minutes using a commercial pasteurizer. Results indicated an average colostrum quality of 78 mg/mL of Ig. The Ig



concentration exceeded 50 g/L, categorizing it as good-quality colostrum. The average serum protein concentration in evaluated animals was 6.3 g/dL. Successful transfer of passive immunity was considered when serum protein exceeded 5.5 g/dL in all seasons; 90.2% of calves demonstrated successful transfer concentrations. It is concluded that the season and administration of high-quality colostrum promote the transfer of passive immunity.

Keywords: colostrum, development, immunoglobulin, milk, serum protein.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento climático y el estrés por calor ambiental se han transformado en desafíos importantes que afronta la industria láctea, porque afectan negativamente una variedad de funciones productivas y reproductivas en las vacas lecheras (Lendez *et al.*, 2021). Se puede señalar que el estrés por calor durante la gestación tardía; igualmente disminuye la concentración de Ig y el porcentaje de proteína total en el calostro (Dahl *et al.*, 2020), lo que puede comprometer la transferencia de inmunidad pasiva en animales nacidos de vacas con estrés por calor (Seyed Almoosavi *et al.*, 2020).

El calostro bovino consiste en una mezcla de componentes del suero sanguíneo y secreciones de la glándula mamaria; sin embargo, los componentes principales son las proteínas y grasa; ambos comprenden alrededor del 90% de los sólidos totales del calostro (Godden *et al.*, 2019). Además, el calostro es esencial para la salud de bovinos recién nacidos, debido a su doble función nutricional y las sustancias nutritivas básicas, como grasas, proteínas y minerales, que pueden promover el desarrollo morfológico intestinal y la madurez funcional (Ghaffari *et al.*, 2021).

Por lo que la calidad y manejo eficiente del calostro, son componentes esenciales para garantizar una transferencia pasiva exitosa en neonatos (Kertz *et al.*, 2017). Una higiene deficiente puede aumentar la susceptibilidad neonatal al padecimiento de enfermedades, causando un aumento en las tasas de mortalidad (Barry *et al.*, 2019). Aunque se reconoce que el calostro contiene un amplio espectro de componentes inmunológicos y nutricionales. La concentración de Ig se considera el punto de referencia para evaluar la calidad del calostro, definiéndose como alta cuando la concentración Ig supera los 50 g/L. Los niveles de Ig en el calostro pueden variar drásticamente entre vacas (Godden *et al.*, 2019).

Cabe destacar el valor del manejo del calostro para los bovinos neonatos, que proviene de la falta de transferencia de inmunidad del sistema circulatorio materno al feto; debido a la estructura de la barrera placentaria (Kalbermatter *et al.*, 2021). Es conveniente recordar que la transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno, es primordial para la salud y supervivencia de los becerros en las primeras semanas de vida. La alimentación con calostro es un paso crítico para elevar la salud de las crías, debido a la fisiología y metabolismo de la especie bovina (Lora *et al.*, 2018).

La falla en la transferencia pasiva (FTP) ha sido vinculada con el incremento de morbilidad, mortalidad y una reducción en la tasa de crecimiento de los becerros. La FTP



ocurre cuando el animal no absorbe una adecuada cantidad de Ig; incluso cuando los que recibieron su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig presentan considerable variabilidad en los niveles de transferencia pasiva (Lora *et al.*, 2018). Por lo tanto, las prácticas de manejo relacionadas con la alimentación con calostro son de vital importancia para una producción de leche sostenible en las unidades de producción lecheras. Hasta donde se sabe, existen pocos estudios completos previos sobre la composición del calostro y la transferencia de inmunidad pasiva en becerros neonatos en unidades de producción en la Comarca Lagunera. El estudio plantea la hipótesis de que el estrés por calor en vacas multíparas Holstein, disminuye la calidad del calostro producido; lo que ocasiona una falla en la transferencia de inmunidad en neonatos.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de calostro de vacas Holstein en diferente época del año, y su efecto sobre la inmunidad pasiva en becerros Holstein.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó del 01 de enero al 30 de diciembre de 2018, en un establo del municipio de Matamoros, Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 25°35'39.0"N 103°18'35.5"W, con una precipitación media anual de 230 mm y con temperatura promedio de 24 °C, máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero, y con una precipitación anual promedio de 240 mm y una humedad relativa de entre 29 y 83%.

Población

De una población de 6,200 vacas multíparas en la unidad de producción bovina, se seleccionaron 2,744, aplicando los criterios de exclusión de vacas con partos prematuros y partos gemelares. De las seleccionadas, se tuvo control del parto y ordeño del calostro (durante el día), manejadas con un sistema intensivo de producción en corral abierto.

Manejo de animales

Las vacas fueron alimentadas con una dieta totalmente mixta (60% de forraje y 40% de concentrado, en base de materia seca 1.62 Mcal/Kg de ENL, 18% PB), formulada para satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas en lactancia, con una producción de leche > 33 kg/día. Se alimentó a las vacas con pienso cuatro veces al día (a las 0600, 1000, 1200 y 1600 h); además se les adicionó un 10 % diario adicional para consumo a voluntad. Asimismo, se vacunó a cada una de las vacas de acuerdo con el programa preventivo de vacunación de hato, enfocado principalmente en enfermedades como: la leptospirosis, clostridiasis, diarrea viral bovina, rinotraqueítis infecciosa bovina, el virus respiratorio sincitial bovino y la parainfluenza tipo 3.



Recolección y pasteurización de calostro

Para llevar a cabo la investigación, los datos de partos y análisis de la calidad del calostro, se analizaron por estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). La colecta de calostro se llevó a cabo dentro de las primeras 24 h posteriores al parto. Inicialmente se determinó densidad, en un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®). El calostro que presentaba una densidad ≥ 50 mg/mL de Ig, se usó para preparar lotes de 40 L (n=10). Estos lotes se pasteurizaron a una temperatura de 60°C, por 60 min, dentro de un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado USA ®). Después de pasteurizado, el calostro se almacenó a -20°C en bolsas de plástico Ziploc ® de 26,8 x 27,3 cm (2 L/bolsa).

Calidad del calostro

Para llevar a cabo el análisis de la calidad del calostro, se determinó densidad, en un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®); la temperatura de éste al momento de la medición fue de 22°C. Calostro con < 22 mg/mL, se consideró de pobre calidad, ≥ 22 y < 50 mg/ml de calidad media y ≥ 50 mg/mL de excelente calidad (Fleener & Stott, 1980). Se analizó por estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno).

Peso de becerro

Para obtener el peso de los animales recién nacidos, se utilizó una báscula ganadera (PG-2000, Torrey ®). El pesaje se realizó antes del suministro del calostro.

Transferencia de inmunidad pasiva

Para investigar los efectos de la Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP), se seleccionó una muestra compuesta por 2,744 becerros; estos animales fueron separados de sus madres al nacer, y alojados individualmente en jaulas de metal, las cuales fueron previamente lavadas y desinfectadas. La primera dosis de calostro fue administrada en las primeras dos horas de vida, seguida de una segunda dosis, seis horas después de la primera, suministrando 2 litros en cada toma.

Entre las 24 y 48 horas de vida de los becerros, se recolectó una muestra de sangre de la vena yugular, consistente en 5.0 mL por cada becerro. Esta muestra se depositó en tubos Vacutainer®, permitiéndose la coagulación a temperatura ambiente hasta la separación del suero. De las 2,744 muestras de suero, se extrajeron 2 mL de cada una, para llevar a cabo el análisis de proteína sérica. El procedimiento analítico se efectuó mediante la lectura en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®), y los resultados se expresaron en términos de concentración de proteína sérica, medida en g/dL. Este parámetro fue utilizado como indicador de la Transferencia de Inmunidad Pasiva hacia los becerros.

Diseño experimental

Se procedió a organizar los datos correspondientes a los 2,744 becerros, según el mes en el que se llevaron a cabo las tomas de calostro y la extracción de las muestras sanguíneas. Estos datos mensuales fueron posteriormente agrupados con el objetivo de realizar un análisis basado en las estaciones del año. En esta clasificación, los datos de



enero, febrero y marzo fueron asignados a la estación de invierno; mientras que los meses de abril, mayo y junio fueron considerados como parte de la estación de primavera. Asimismo, julio, agosto y septiembre se agruparon para formar la estación de verano, y finalmente, octubre, noviembre y diciembre conformaron la estación de otoño. Se llevó a cabo un análisis mensual y estacional de los datos, centrándonos en la calidad del calostro (g/L) de Ig, la proteína sérica y la transferencia de inmunidad pasiva.

Con relación al peso de los animales, estos se evaluaron considerando dos grupos: inferior a 40, y superior a 40 kg respectivamente en las diferentes estaciones del año.

Análisis estadístico

Para todas las variables se utilizó un análisis de varianza y la comparación de medias Tukey, tanto para el análisis mensual como para las estaciones; los datos se agruparon para obtener el promedio de cinco repeticiones. Se empleó el valor de $p \leq 0.05$ para considerar diferencia estadística. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM-SPSS Statistics. El modelo estadístico utilizado fue:

$Y_{ij} = \mu + M_i + \xi_{ij}$; donde μ = media general, M_i = efecto del i -ésimo mes, ξ_{ij} = error experimental, y para el caso de las estaciones fue: $Y_{ij} = \mu + E_i + \xi_{ij}$.

RESULTADOS

Población

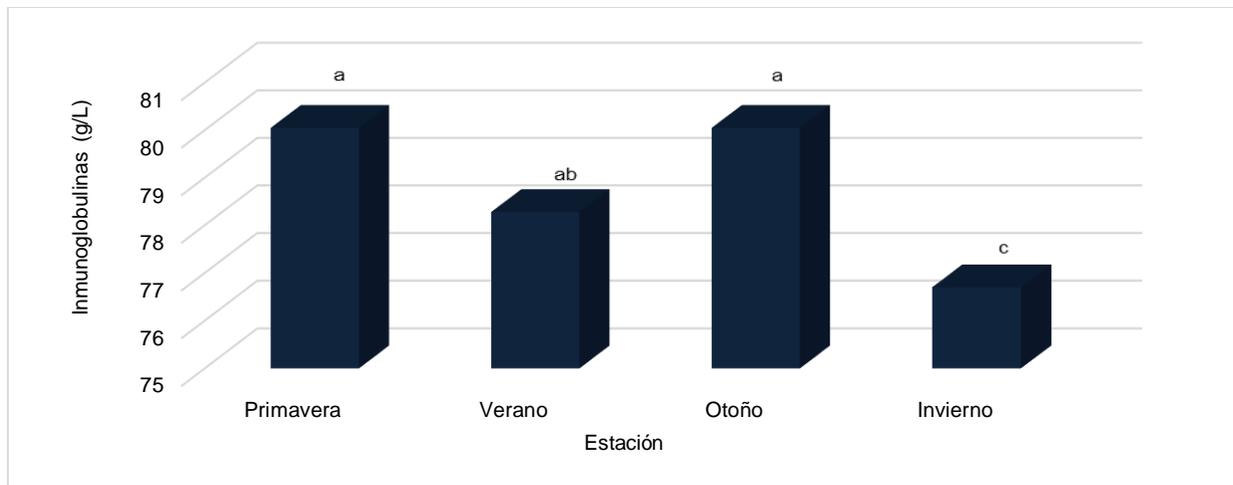
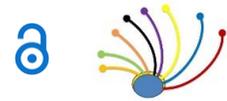
Respecto a la relación total de partos 2,744, se observó la mayor cantidad de partos en invierno 34.78%, otoño 33.98%, verano 19.67% y primavera con 11.57%, respecto al total de partos. Respecto al peso de las crías recién nacidas durante las estaciones del año (figura 5), se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre estaciones. Los animales con mayor peso nacieron en invierno, los de menor peso en primavera.

En relación al peso de las crías nacidas a lo largo de los distintos meses del año (figura 6), se encontró diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los distintos meses evaluados; las crías con menor peso se observaron en mayo, junio y julio (35.12, 35.26, 35.42 kg respectivamente).

Calidad de Calostro

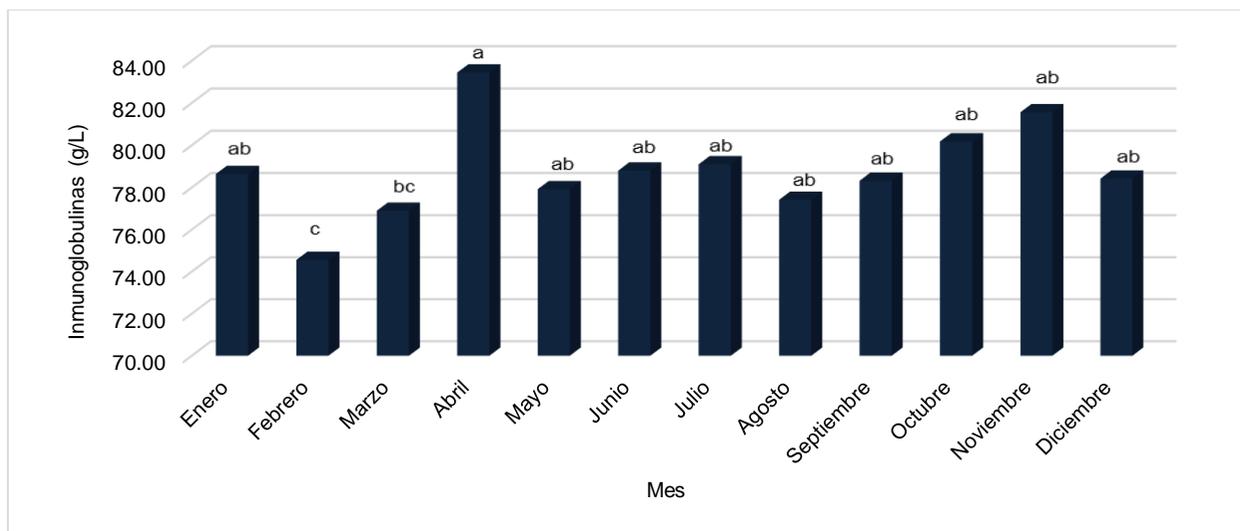
Con relación a la calidad del calostro producido en las vacas multíparas Holstein (figura 1), con base en la estación del año, se observó diferencia estadística ($p < 0.05$) para las estaciones de primavera y otoño, con respecto a verano e invierno; el calostro de menor calidad se recolectó en invierno.

Respecto a la calidad del calostro producido a lo largo del año (figura 2), se registra diferencia estadística ($p < 0.05$) entre meses. En el mes de abril se reportó el de más alta calidad, y para febrero el de menor respectivamente.



*Diferente literal entre columna indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 1. Promedio de calidad de calostro producido por vacas Holstein múltiparas en diferente estación del año

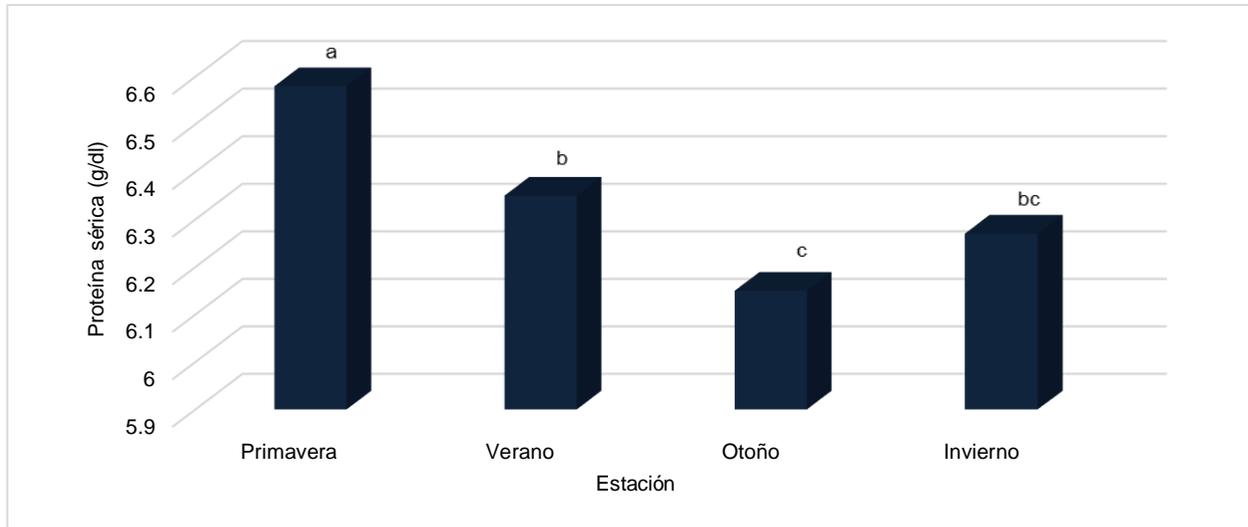
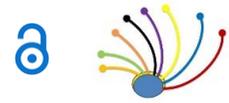


*Diferente literal entre columna indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 2. Promedio de calidad de calostro producido por vacas Holstein múltiparas durante el año

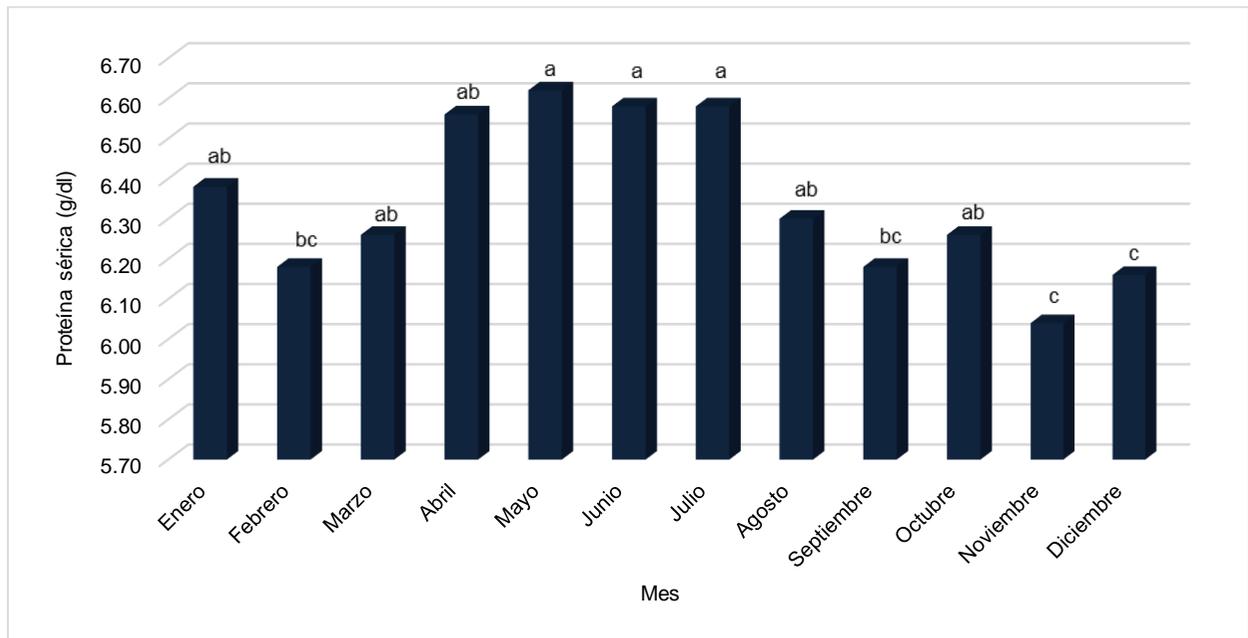
Transferencia de Inmunidad Pasiva

Se determinó la transferencia de inmunidad pasiva (figura 3), en las diferentes estaciones del año; existe diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor de la primavera, donde se registra el valor más alto de proteína sérica. En la estación de otoño se reporta el valor más bajo de proteína. Los resultados para la TIP en los diferentes meses del año (figura 4), en donde existió diferencia estadística ($p < 0.05$) a favor de los meses de mayo, junio y julio (6.62, 6.58, 6.58 g/dl respectivamente).



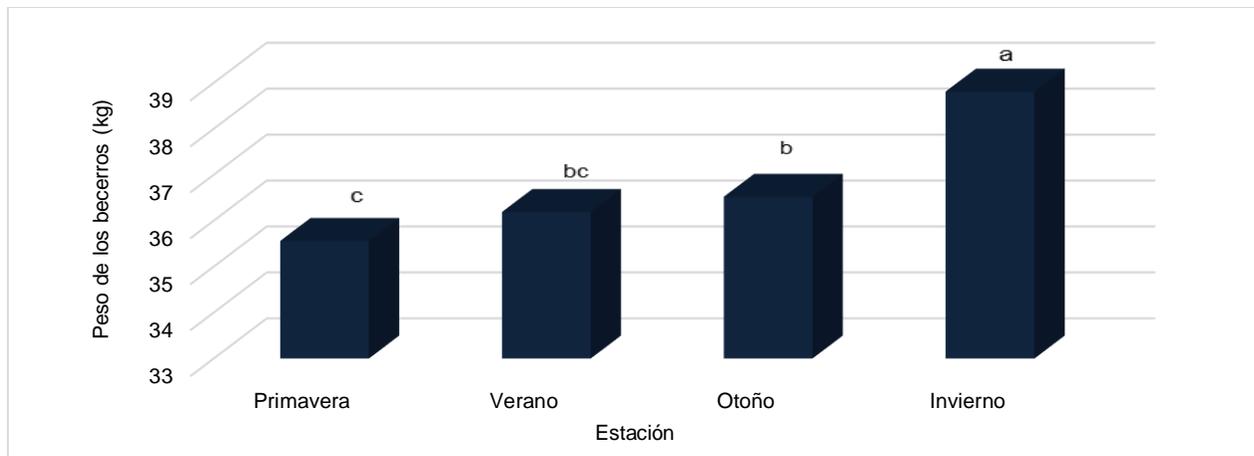
* Diferente literal entre líneas indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 3. Distribución estacional de proteína sérica en suero sanguíneo (g/dL^{-1}) en becerros Holstein



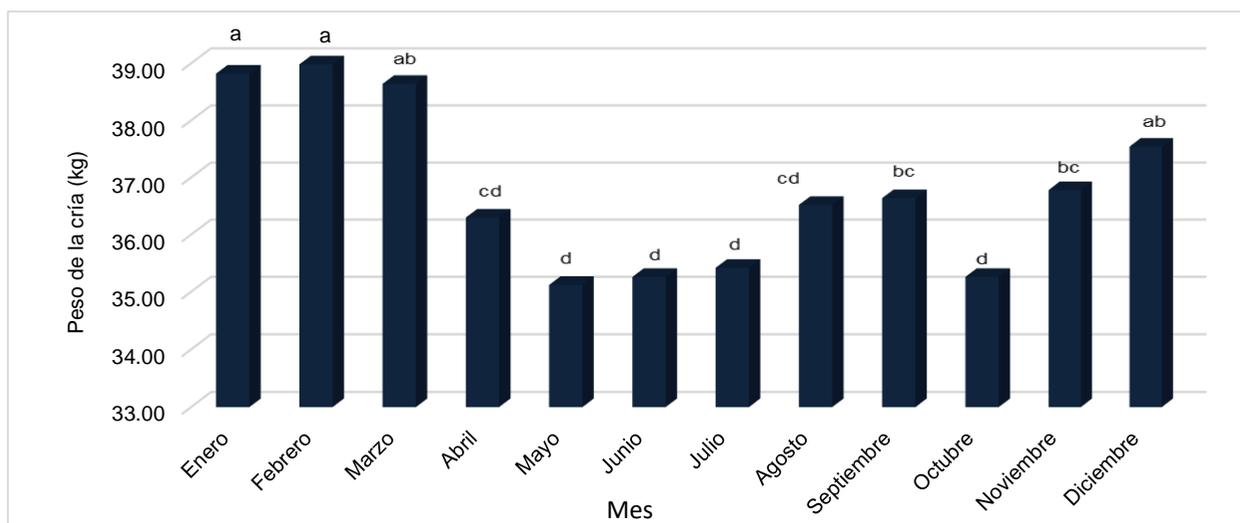
* Diferente literal entre líneas indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 4. Distribución durante el año de proteína sérica en suero sanguíneo (g/dL^{-1}) en becerros Holstein



* Diferente literal entre líneas indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 5. Distribución estacional del peso al nacimiento de las crías, de vacas Holstein múltiparas

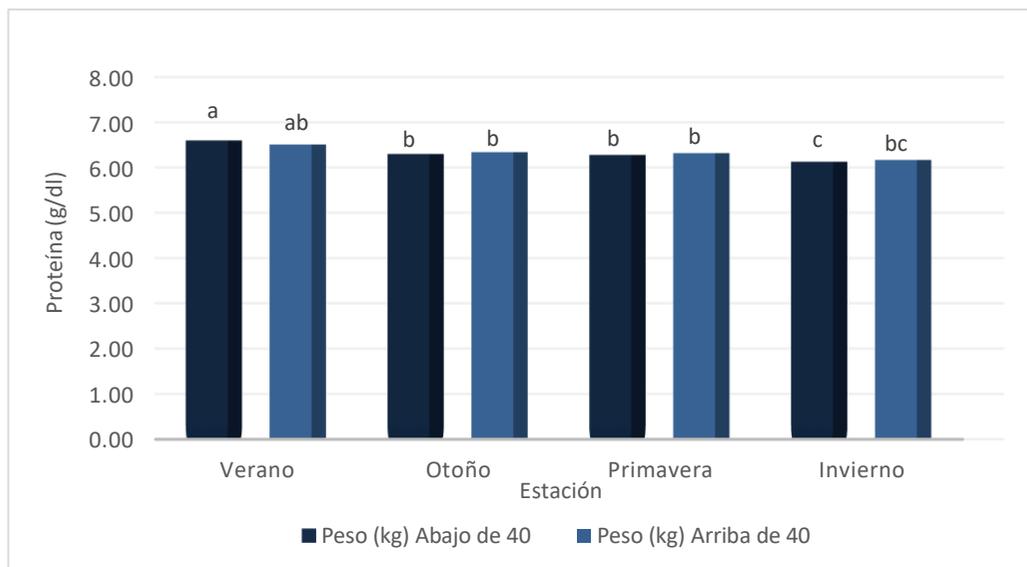


* Diferente literal entre líneas indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 6. Distribución mensual del peso al nacimiento de las crías, de vacas Holstein múltiparas

Se evaluó la transferencia de inmunidad pasiva de acuerdo con el peso de nacimiento de las crías (figura 7); se observó una clara distinción en la transferencia de inmunidad pasiva entre crías nacidas según la estación. En particular, la estación de verano mostró una concentración de proteína sérica de 6.6 g/dl para crías con un peso inferior a 40 kg, lo que fue significativamente mayor en comparación con otras estaciones. Sin embargo, para crías con un peso superior a 40 kg, la estación de invierno presentó una

concentración de 6.17 g/dl; clasificándose como la segunda estación con la transferencia más eficiente después del verano.



* Diferente literal entre líneas indica diferencia estadística $p \leq 0.05$

Figura 7. Transferencia de inmunidad pasiva (g/dl) de acuerdo con el peso de nacimiento de las crías

DISCUSIÓN

Diversos factores están implicados en la producción de calostro de calidad, incluida la nutrición y duración del periodo seco, época de parición, estación y la producción previa de leche a 305 días (Soufleri *et al.*, 2021). Resultados similares se han reportado, la calidad del calostro producido por vacas Holstein en diferentes estaciones del año, fue significativamente mejor en la primavera que en el invierno (Genc & Coban, 2017). En un estudio se encontró que la calidad de calostro de vacas Holstein varió significativamente entre meses, en las estaciones de invierno y primavera; produciendo calostro de menor calidad que en los meses de las estaciones verano y otoño (Yaylak *et al.*, 2017). Algunos estudios han sugerido que la exposición a temperaturas ambientales elevadas al final del periodo de gestación, se vincula con una composición más deficiente del calostro; incluyendo concentraciones promedio más bajas, como señalan los hallazgos de Puppel *et al.* (2019). No obstante, existen informes contradictorios que plantean resultados opuestos, como lo indican las investigaciones de Shivley *et al.* (2018). En un estudio de un año de una lechería Jersey de 2500 vacas en Texas, el rendimiento de calostro fue más alto en junio, pero disminuyó durante los meses de las estaciones de otoño e invierno (Gavin *et al.*, 2018). Un índice de humedad a baja temperatura y un fotoperiodo acortado 1 mes antes, y al momento del parto, fueron altamente correlacionados con un rendimiento reducido de calostro (Gavin *et al.*, 2018).



Los investigadores plantearon la hipótesis de que el fotoperiodo acortado puede reducir la producción de calostro, debido a su impacto sobre la melatonina y la prolactina; hormonas que están involucradas con la colostrogénesis. Sin embargo, un estudio que manipuló experimentalmente el fotoperiodo, no informó ningún efecto de este durante el periodo seco sobre la calidad o el rendimiento del calostro (Morin *et al.*, 2010).

La calidad del calostro está en función con la concentración de Ig; es decir, a mayor cantidad de Ig será mayor la calidad del calostro. El calostro de alta calidad tiene una concentración de Ig >50 g/L (Godden *et al.*, 2019). La calidad mínima del calostro producido por las vacas en el presente estudio fue de 60 g/L, el cual fue utilizado en la alimentación de los becerros Holstein.

El volumen de calostro producido al primer ordeño después del parto, influye significativamente sobre la concentración de Ig, ya que grandes volúmenes de calostro (≥ 9 kg) diluyen las Ig acumuladas en la glándula mamaria (Pritchett *et al.*, 1991). Así mismo, la concentración de Ig está inversamente relacionada con el peso de calostro al inicio de la lactancia, lo que significa que vacas, altas productoras, pueden tener calostro con una concentración baja de Ig, aún en el primer ordeño después del parto (Morin *et al.*, 1997). Asimismo, se ha reportado que había una variación significativa en la composición de proteínas y grasas en diferentes estaciones del año, con la mayor concentración de éstas en el calostro producido en la primavera (Bernabucci *et al.*, 2015). Se consideró una transferencia exitosa en la adquisición de inmunidad pasiva cuando la proteína sérica fue mayor a 5.5 g/Dl. De 2,744 becerros, se obtuvo el 90.2%, con concentraciones de éxito en la transferencia. La medición de la proteína sérica en suero mediante el refractómetro como estimación de la concentración de inmunoglobulina en suero, es una prueba sencilla para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (Dunn *et al.*, 2017). Se consideró ≥ 5.5 g/dL, una transferencia exitosa de inmunidad pasiva; ≤ 5.4 g/dL, una transferencia incompleta de inmunidad pasiva (Quigley *et al.*, 2001). McGuirk & Collins (2004), sugieren que una meta sería $\geq 80\%$ de los becerros sometidos a la prueba con el refractómetro, alcancen o superen el punto de referencia (5.5 g/dL) de proteína sérica.

En el presente estudio se observó un 90.2% de las crías que superan el punto de referencia. Abdullahoğlu *et al.* (2019), reportan un 85% de animales con un valor mayor a 5.5 g/Dl; en un estudio donde se valoró la transferencia de inmunidad pasiva en becerros Holstein. El principal factor que afecta la eficiencia de absorción de Ig es la edad del animal al momento de la alimentación. La eficiencia de transferencia de Ig a través del epitelio intestinal, es óptima en las primeras cuatro h después del parto; pero después de seis h se produce un descenso progresivo de la eficiencia de absorción de Ig con el tiempo (Besser *et al.*, 1985). Se observó un promedio de 6.3 g/dL en la transferencia de inmunidad promedio; este resultado se puede asociar al consumo de las dos primeras tomas de calostro, éstas se suministraron durante las primeras seis h de vida de los becerros, obteniendo así una mayor eficiencia de absorción de Ig. Johnson



et al. (2007), observaron 6.3 g/dL en animales de 48 h de vida después de haber suministrado 3.8 L de calostro pasteurizado; los mismos fueron alimentados dentro de la primera y segunda h de vida. Los becerros son capaces de absorberlas del calostro por un tiempo limitado después del nacimiento; después de las 24 horas de vida, la absorción es escasa. La absorción de una cantidad adecuada de Ig a partir del calostro, es esencial para que las crías recién nacidas puedan obtener inmunidad pasiva. Para que se obtenga una absorción adecuada de Ig, se requiere que el animal sea capaz de absorberlas del calostro, lo cual dependerá del periodo de tiempo que transcurre, entre el nacimiento y el suministro del mismo; que consuma una cantidad suficiente de Ig, lo cual está determinado por la concentración de ellas en el calostro y la cantidad consumida (Lombard *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, se concluye que la estación del año al momento del parto influye de manera significativa en la calidad del calostro producido por las vacas lecheras, afectando directamente la TIP a los becerros recién nacidos. Los meses de primavera son propicios para una mayor transferencia de inmunidad pasiva (g/dl), influyendo en el peso de los becerros. La importancia de considerar la temporalidad en las prácticas de manejo del ganado lechero, destaca la necesidad de estrategias específicas según la estación del año para optimizar la salud y la vitalidad de los terneros, desde las etapas iniciales de vida.

LITERATURA CITADA

ABDULLAHOĞLU E, Duru S, Özlüer A, Filya I. 2019. Factors affecting colostrum quality and calf passive transfer levels in Holstein cattle. *Animal Science Papers and Reports*. 37(1):29-39. <https://goo.su/JPd57eA>

BARRY J, Bokkers EAM, Berry DP, de Boer IJM, McClure J, Kennedy E. 2019. Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 102:10266-10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>

BERNABUCCI U, Basiricò L, Morera P, Dipasquale D, Vitali A, Cappelli FP, Calamari L. 2015. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 98(3):1815-1827. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>

BESSER TE, Garmedia AE, McGuire TC, Gay CC. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G₁ and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science*. 68:2033-2037. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81065-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81065-1)



DAHL EG, Tao S, Laporta J. 2020. Heat stress impacts immune status in cows across the life cycle. *Front. Vet. Sci.* 7:116. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00116>

DUNN A, Ashfield A, Earley B, Welsh M, Gordon A, McGee M, Morrison SJ. 2017. Effect of concentrate supplementation during the dry period on colostrum quality and effect of colostrum feeding regimen on passive transfer of immunity, calf health, and performance. *Journal of Dairy Science.* 100:357-370. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11334>

FLEENOR WA, Stott GH. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science.* 63:973-977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)

GHAFFARI MH, Sadri H, Steinhoff-Wagner J, Hammon HM, Sauerwein H. 2021. Effects of colostrum feeding on the mRNA abundance of genes related to toll-like receptors, key antimicrobial defense molecules, and tight junctions in the small intestine of neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science.* 104:10363-10373. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20386>

GAVIN K, Neibergs H, Hoffman A, Kiser JN, Cornmesser MA, Amirpour SH, Martínez-López B, Wenz JR, Moore DA. 2018. Low colostrum yield in jersey cattle and potential risk factors. *Journal of Dairy Science.* 101:6388-98. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14308>

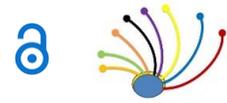
GENC M, Coban O. 2017. Effect of some environmental factors on colostrum quality and passive immunity in brown swiss and holstein cattle. *Isr J Vet Med.* 72(3):28-34. https://www.ijvm.org.il/sites/default/files/colostrum_quality.pdf

GODDEN SM, Lombard JE, Woolums AR. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin Food Anim.* 35:535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>

JOHNSON JL, Godden SM, Molitor T, Ames T, Hagman D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science.* 90:5189-5198. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0219>

KALBERMATTER C, Fernandez TN, Christensen S, Ganai-Vonarburg C. 2021. Maternal microbiota, early life colonization and breast milk drive immune development in the newborn. *Frontiers in Immunology.* 12:683022. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.683022>

KERTZ AF, Hill TM, Quigley JD, Heinrichs AJ, Linn JG, Drackley JK. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science.* 100:10151-10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>



LENDEZ PA, Martinez CL, Nieto FMV, Vater AA, Ghezzi MD, Mota-Rojas D, Dolcini GL, Ceriani MC. 2021. Alterations in TNF- α and its receptors expression in cows undergoing heat stress. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 235:110232. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2021.110232>

LOMBARD J, Urie N, Garry F, Godden S, Quigley J, Earleywine T, McGuirk S, Moore D, Branam M, Chamorro M, Smith G, Shivley C, Catherman D, Haines D, Heinrichs AJ, James R, Maas J, Sterner J. 2020. Consensus recommendations on calf and herd level passive immunity in dairy calves in the United States. *J. Dairy Sci*. 103:7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>

LORA I, Flaviana G, Contiero B, Dall AB, Bonfantic L, Stefanic A, Barberio A. 2018. Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Preventive Veterinary Medicine*. 152:12-15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>

MCGUIRK SM, Collins M. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 20(3):593-603. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>

MORIN DE, McCoy GC, Hurley WL. 1997. Effects of quality, quantity, and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G₁ absorption in Holstein bull calves. *Journal of Dairy Science*. 80(4):747-753. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75994-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75994-0)

MORIN DE, Nelson SV, Reid ED, Nagy DW, Dahl GE, Constable PD. 2010. Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*. 237:420-428. <https://doi.org/10.2460/javma.237.4.420>

PUPPEL K, Gołębiewski M, Grodkowski G, Ślósarz J, Kunowska-Slósarz M, Solarczyk P, Łukasiewicz M, Balcerak M, Przysucha T. 2019. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A Review. *Animals*. 9(12):1070. <https://doi.org/10.3390/ani9121070>

PRITCHETT LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin g₁ concentration in colostrum from Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 74:2336-2341. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78406-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78406-3)

QUIGLEY JD, Strohbehn RE, Kost CJ, O'Brien MM. 2001. Formulation of colostrum supplements, colostrum replacers and acquisition of passive immunity in neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 84(9):2059-2065. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74650-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74650-4)



SEYED ALMOOSAVI, SM, Ghoorchi T, Naserian AA, Ramezanpor SS, Ghaffari MH. 2020. Long-term impacts of late-gestation maternal heat stress on growth performance, blood hormones and metabolites of newborn calves independent of maternal reduced feed intake. *Domest. Anim. Endocrinol.* 72:106433. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.106433>

SHIVLEY CB, Lombard JE, Urie NJ, Haines DM, Sargent R, Koprak CA, Earleywine TJ, Olson JD, Garry FB. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science.* 101(10):9185-9198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>

SOUFLERI A, Banos G, Panousis N, Fletouris D, Arsenos G, Kougioumtzis A, Valergakis GE. 2021. Evaluation of factors affecting colostrum quality and quantity in Holstein dairy cattle. *Animals.* 11(7):2005. <https://doi.org/10.3390/ani11072005>

YAYLAK E, Yavuz, M, Özkaya S. 2017. The effects of calving season and parity on colostrum quality of Holstein cows. *Indian Journal of Animal Research.* 51(3):594-598. <https://doi.org/10.18805/ijar.11470>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>