

Respuesta productiva y sanitaria de becerras Holstein a paridad y calostro suministrado mediante sonda o mamila

Productive and health response of Holstein calves to parity and colostrum supplied by sonde or teat

José Isidro Alejos-De la Fuente¹ , Eliseo Sosa-Montes¹ , Lisbet Montserrat Garcilazo-Ramírez², María Guadalupe Torres-Cardona³ , Isaac Almaraz-Buendía³ , Jesús Germán Peralta-Ortiz^{3*} 

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, CP. 56230. Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México.

²Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, CP. 56264. Estado de México, México.

³Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Avenida Universidad Km. 1 s/n Exhacienda Aquetzalpa, CP. 43600. Tulancingo, Hidalgo, México.

*Autor de correspondencia: peralta@uaeh.edu.mx

Artículo científico

Recibido: 31 de marzo de 2024

Aceptado: 23 de agosto de 2025

RESUMEN. El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva y sanitaria de becerras Holstein a la paridad y suministro de calostro mediante sonda o mamila, en el establo Fresnedo, Gómez Palacio, Durango. En el presente estudio, se usó un diseño factorial 2x2, completamente aleatorio (cuatro tratamientos). Se evaluaron 134 becerras Holstein, donde el suministro de calostro se basó en la aceptación de la mamila. Posteriormente, 81 becerras fueron suministradas con sonda y 53 con mamila, y 24 horas después se usó un refractómetro para medir las inmunoglobulinas del suero (IgG, g dL⁻¹). Otras variables de respuesta fueron ganancia de peso del nacimiento al destete (GPND, kg), ganancia de altura del nacimiento al destete (GAND, m), y frecuencias relativas de problemas respiratorios (PR) y de problemas digestivos (PD). No se encontraron diferencias ni interacciones significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, solo tendencias: GPND en becerras de vacas multíparas, suministradas con sonda (49.35 kg), y GAND e IgG en becerras de vacas primíparas suministradas con mamila (0.1826 m y 6.3622 g dL⁻¹), mostraron los mayores valores. Entre las frecuencias relativas, PR grado 2 (0.9463) y PD grado 3 (0.1976), fueron las más altas. En conclusión, no hubo efectos de paridad en las variables respuesta, y debido a la especialización del personal, tampoco se detectaron diferencias al suministrar calostro mediante sonda o con mamila. Es necesario realizar mayores estudios en otras unidades de producción para contrastar los resultados de esta investigación.

Palabras clave: becerro, paridad, calostro, sonda, mamila.

ABSTRACT. The aim of this study was to evaluate the response of Holstein calves to parity and colostrum supply by teat or sonde at the Fresnedo dairy, Gómez Palacio, Durango. In the present study, a 2x2 factorial design, completely randomized (four treatments) was used. A total of 134 Holstein calves were evaluated, where colostrum supply was based on acceptance of the nipple. Subsequently, 81 calves were fed by gavage and 53 by nipple, and 24 hours later, a refractometer was used to measure serum immunoglobulins (IgG, g dL⁻¹). Other response variables were birth to weaning weight gain (GPND, kg), birth to weaning height gain (GAND, m), and relative frequencies of respiratory problems (RP) and digestive problems (DP). No significant differences or interactions ($P > 0.05$) were found between treatments, only trends: GPND in calves from multiparous cows, supplied with a tube (49.35 kg), and GAND and IgG in calves from primiparous cows supplied with a nipple (0.1826 m and 6.3622 g dL⁻¹), showed the highest values. Among the relative frequencies, PR grade 2 (0.9463) and PD grade 3 (0.1976), were the highest. In conclusion, there were no parity effects in the response variables, and due to the specialization of the personnel, no differences were detected when colostrum was fed by tube or by nipple. Further studies in other production units are needed to contrast the results of this research.

Key words: Calf, parity, colostrum, sonde, teat.

Como citar: Alejos-De la Fuente JI, Sosa-Montes E, Garcilazo-Ramírez LB, Torres-Cardona MG, Almaraz-Buendía I, Peralta-Ortiz JG (2025) Respuesta productiva y sanitaria de becerras Holstein a paridad y calostro suministrado mediante sonda o mamila. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(3): e4123. DOI: 10.19136/era.a12n3.4123.

INTRODUCCIÓN

Considerando las altas tasas de mortalidad y sacrificio voluntario dentro de la industria mundial del ganado lechero, se da énfasis en las características de bienestar de los animales de reemplazo (becerras y novillas) durante sus etapas de desarrollo en los programas modernos de cría de ganado lechero (Zhang *et al.* 2022). En hatos lecheros modernos el manejo del descarte para la rotación del hato y el empleo de reemplazos ha mejorado, ya que el descarte refleja el precio de la leche, el precio de reposición y el valor de las vacas de descarte, así como factores de mejora genética, el rendimiento reproductivo y disponibilidad de novillas, por tal motivo los reemplazos deben seleccionarse con enfoque en la mejora continua (Overton y Dhuyvetter 2020). La disponibilidad de los reemplazos es el principal factor que influye en la rotación del hato, donde la mayoría de las vacas se retiran por mortalidad, enfermedad, infertilidad o baja producción de leche. Cuando no existe disponibilidad de novillas se compran reemplazos, generando altos costos de producción, siendo importante criar un exceso de novillas para formar una gestión de riesgos (Overton y Dhuyvetter 2020).

La síntesis del calostro comienza alrededor de tres o seis semanas antes del parto, pero en las últimas dos semanas aumenta la concentración de anticuerpos y de otras sustancias. El tipo de placenta de la vaca (epiteliocorial) no permite el paso de proteínas con elevado peso molecular, como las inmunoglobulinas. Por lo tanto, las becerras recién nacidas no disponen de anticuerpos y obtienen la protección inmunitaria mediante el consumo de calostro, ya que contiene altos niveles de inmunoglobulinas (Callejo 2019). Es fundamental que las becerras recién nacidas, reciban calostro materno en las primeras horas de vida, para adquirir inmunidad a través de la absorción de inmunoglobulinas, lo que se define como inmunidad pasiva, de lo contrario se tiene una falla de inmunidad pasiva. El manejo de la alimentación posnatal y antes del destete tiene un impacto en el crecimiento y desarrollo de las becerras durante este periodo crítico, la cual afecta la salud y el bienestar de estas (Carulla *et al.* 2023, Tuberquia-López *et al.* 2024). El fracaso de la transferencia pasiva aumenta la susceptibilidad de las becerras a contraer enfermedades infecciosas, además reduce las tasas de crecimiento, lo cual está relacionado con menor producción de leche durante la primera lactancia (Palczynski *et al.* 2020). El calostro bovino también tiene importancia para el desarrollo posnatal del intestino, donde las altas concentraciones de hormonas y factores de crecimiento estimulan el crecimiento de vellosidades de la mucosa del intestino delgado en becerras. La cantidad total de calostro ingerido corresponde al tamaño de las vellosidades de la mucosa intestinal, es decir, se presenta un mayor tamaño en las vellosidades en becerras alimentadas repetidamente con calostro (Blum 2006). Comparando el efecto de la paridad, no se han encontrado estudios que demuestren efecto en la calidad de calostro bovino, en cambio existen algunos estudios donde se mide la concentración de oligosacáridos, pero no consideran a la paridad como un efecto en el calostro, en la mayoría de los estudios solo se emplean vacas multiparas (Fischer-Tlustos *et al.* 2020).

El manejo nutricional se ha identificado como un factor de riesgo importante para la salud y el bienestar de las becerras lactantes (Carulla *et al.* 2023), sin embargo, a pesar del impacto sustancial que tiene, tradicionalmente este principio se ha pasado por alto en las unidades de producción de leche (Tuberquia-López *et al.* 2024), tomando en cuenta que actualmente se realizan prácticas

inadecuadas en cuanto al manejo, administración y almacenamiento del calostro, entre otras, comprometiendo el estado inmunológico del becerro, lo que es particularmente importante considerando que las primeras semanas de vida son especialmente críticas para su desarrollo, debido a que es altamente susceptible a diversos patógenos (Robbers *et al.* 2021). Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta productiva de becerras Holstein a la paridad y suministro de calostro mediante sonda o mamila, en una unidad de producción lechera ubicada en el municipio de Gómez Palacio, Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el área de crianza de una unidad de producción lechera ubicada en el municipio de Gómez Palacio, Durango, localizada en 25°34'04.4"LN y 103°29'56.7" LO a una altitud de 1 100 m. La toma y colección de datos se realizó en un período de 3 meses, del 30 de enero al 30 de abril de 2022, se evaluaron 134 becerras Holstein recién nacidas, alojadas en jaulas individuales entre 60 a 66 días.

Se registraron cinco variables de respuesta: Ganancia de peso del nacimiento al destete, GPND; ganancia de altura del nacimiento al destete, GAND; contenido de inmunoglobulinas en suero, CIGS; problemas respiratorios, PR y problemas digestivos, PD, estas dos últimas como variables discretas.

El diseño del experimento fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 donde el factor A corresponde a la paridad de la madre, agrupados en dos niveles: 1, primíparas; 2, multíparas. El factor B corresponde a la forma del suministro del calostro con dos niveles: 1, mediante sonda; 2, mediante mamila; derivándose en 4 tratamientos con 41, 31, 40 y 22 repeticiones respectivamente: T1: madre primípara y calostro suministrado con sonda. T2: madre primípara y calostro suministrado con mamila. T3: madre multípara y calostro suministrado con sonda, y T4: madre multípara y calostro suministrado con mamila.

A cada becerro se le dio un manejo general al nacimiento (desinfección de ombligo, secado con toallas de papel, peso y altura al nacimiento, registro de datos en bitácora, hora de nacimiento, hora del suministro de calostro, forma del suministro y calidad de calostro). Los primeros 30 días fueron asignadas en jaulas elevadas individuales, los días restantes antes del destete se cambiaron a jaulas sobre piso de arena hasta cumplir 60 a 66 días de edad.

El suministro de calostro se basó en la aceptación de la mamila; a 53 becerras se les suministro el calostro con mamila y 81 con sonda, la cantidad que se les proporciono fue dependiendo del peso al nacimiento, es decir se les suministraba 10% de su peso inicial. Se contaba con cinco calidades de calostro de 60 a 100 mg de Ig mL⁻¹. Posteriormente la alimentación con leche se realizaba en base a un protocolo alimenticio, a partir del día dos de su nacimiento se les ofreció 100 g de alimento iniciador NUPLEN. Se realizó una refractometría 24 horas después del suministro de calostro, mediante la toma de muestras de sangre en tubos Vacutainer, para medir las IgG en suero con un equipo de marca ATC Clínica. El manejo de calostro se realizó de manera general independientemente de la calidad, el cual se basó en medir la calidad de este con un calostrómetro,

seguido de su embazado, etiquetado y su posterior congelación, para el suministro el calostro fue previamente descongelado y pasteurizado.

Durante el estudio, se registró la presencia de problemas respiratorios, digestivos o ambas agrupándolas en tres grados según la severidad, teniendo grado ligero, 1; grado moderado, 2 y grado severo, 3. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (2004) y el modelo estadístico fue el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + A\beta_{ij} + \beta_1 X + E_{ijk}$.

RESULTADOS

Se muestran los valores de las medias obtenidas en los tratamientos para las variables de respuesta continuas y la frecuencia relativa de las variables discretas (PR y PD).

Aunque no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > .05$), se encontró una tendencia a mejorar la GPND = 49.3517 kg ($P > 0.05$) en becerras crías de vacas multíparas a las que se suministró el calostro con mamila. No se reportan estudios que muestren diferencias significativas en la GPND debidas al suministro de calostro mediante sonda o mamila en becerras Holstein. En cambio, se encontró que las becerras crías de vacas multíparas presentan mayor peso al nacimiento en comparación con las becerras crías de vacas primíparas, donde el peso al nacimiento se asoció positivamente a la ganancia de peso (Tabla 1).

Tabla 1. Medias de tratamiento de la variable GPND (kg) de becerras Holstein en respuesta a la paridad y suministró de calostro mediante sonda o mamila.

Alimentación	Paridad		
	Primíparas	Multíparas	Promedio
Sonda	47.6729a	49.3517a	48.5123A
Mamila	48.4203a	47.2871a	47.8537A
Promedio	48.3194A	48.3194A	

Medias con la misma letra minúscula no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ($P > 0.05$).

Aún cuando no se han registrado estudios que demuestren un efecto negativo o positivo en la GAND de acuerdo con la forma de administración de calostro o la paridad, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas, pero existe un mejor comportamiento de GAND = 0.1826 m ($P > 0.05$) en becerras crías de vacas primíparas, a las que se les suministró el calostro mediante mamila (Tabla 2).

A pesar de obtener una ligera diferencia en el CIGS = 6.3622 g dL⁻¹ ($P > 0.05$) en becerras crías de vacas primíparas suministrando el calostro con mamila, no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos (Tabla 3).

Tabla 2. Medias de tratamiento de la variable GAND (m) de becerras Holstein en respuesta a la paridad y suministró de calostro mediante sonda o mamila.

Alimentación	Paridad		
	Primíparas	Múltiparas	Promedio
Sonda	0.1757 ^a	0.1682 ^a	0.1719 ^A
Mamila	0.1826 ^a	0.1717 ^a	0.1772 ^A
Promedio	0.1791 ^A	0.17 ^A	

Medias con la misma letra minúscula no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ($P > 0.05$).

Tabla 3. Medias de tratamiento de la variable CIGS (g dL^{-1}) de becerras Holstein en respuesta a la paridad y suministró de calostro mediante sonda o mamila.

Alimentación	Paridad		
	Primíparas	Múltiparas	Promedio
Sonda	6.2965 ^a	6.346 ^a	6.3213 ^A
Mamila	6.3622 ^a	6.2352 ^a	6.2987 ^A
Promedio	6.3294 ^A	6.2906 ^A	

Medias con la misma letra minúscula no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ($P > 0.05$); Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ($P > 0.05$).

La transferencia fallida de inmunidad pasiva en becerras lecheras, a menudo se debe a la baja cantidad de calostro proporcionado pocas horas después del nacimiento. Permitir que las becerras amamanten el calostro de sus madres podría ser útil para aumentar la ingesta, pero también se deben considerar los efectos potenciales sobre la salud de las becerras. Aunque existen estudios que demuestran el vínculo directo entre la forma de administración de calostro y la incidencia de enfermedades respiratorias y el vínculo indirecto de la paridad sobre el mismo, en el análisis de los datos de este estudio se observa una incidencia mayor de problemas respiratorios grado dos ($h_i = 0.94629$) sin que exista una influencia negativa de la paridad o la forma de administración de calostro en las becerras de este estudio (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia relativa de PR de becerras Holstein en respuesta a la paridad y suministró de calostro mediante sonda o mamila.

Grado	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	0.02439	0.025	0.09677	0.13636
2	0.19512	0.15	0.41935	0.18181
3	0.09756	0.025	0.12903	0.04545
Total	0.31707	0.20	0.64516	0.36363

*T1 = Tratamiento 1, T2 = Tratamiento 2, T3 = Tratamiento 3, T4 = Tratamiento 4

Si bien no se han encontrado más estudios que demuestren una relación negativa con los métodos de administración de calostro en becerras, se puede observar mayor incidencia de casos de problemas digestivos de grado uno ($h_i = 0.19161$) y tres ($h_i = 0.19755$) en becerras crías de vacas multíparas (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia relativa de PD de becerras Holstein en respuesta a la paridad y suministro de calostro mediante sonda o mamila.

Grado	Tratamiento				Total
	T1	T2	T3	T4	
1	0.02439	0.025	0.09677	0.04545	0.19161
2	0	0	0	0	0
3	0.02439	0.05	0.03225	0.09090	0.19755
Total	0.04878	0.075	0.12903	0.13636	

*T1 = Tratamiento 1, T2 = Tratamiento 2, T3 = Tratamiento 3, T4 = Tratamiento 4.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó el efecto factorial de la paridad de la madre y el método de suministro del calostro (sonda *vs.* mamila) sobre cinco respuestas clave: ganancia de peso al destete (GPND), ganancia de altura (GAND), concentración sérica de inmunoglobulinas (CIGS), y la incidencia de problemas respiratorios (PR) y digestivos (PD). A pesar de observarse tendencias favorables, no se identificaron diferencias significativas ($P > .05$) atribuibles a los factores evaluados.

Los efectos del suministro de calostro en becerras son importantes, debido a que determinan rasgos metabólicos y endocrinos del suero sanguíneo en las becerras recién nacidas; las principales consecuencias de la administración de calostro son en la expresión del tejido gastrointestinal, la actividad de receptores celulares y los transportadores similares a receptores que se unen a la hormona del crecimiento (Ontsouka *et al.* 2016, Yamaguchi *et al.* 2021).

La tendencia de mayor GPND en becerras de vacas multíparas parece correlacionarse más con un mayor peso al nacimiento que con el método de suministro. Esto es consistente con la literatura que vincula la ingesta repetida o mayor volumen colostrado con mejoras en crecimiento temprano pre-destete (Abuelo *et al.* 2021, Zheng *et al.* 2021). La GAND ligeramente superior observada en primíparas alimentadas por mamila sugiere variabilidad individual asociada con succión natural, pero no alcanza significancia. Al respecto, Quigley *et al.* (2019) registraron que las becerras suministradas con más sustituto de calostro por medio de sonda esofágica crecieron más rápido en comparación con las becerras a las que se les suministró calostro materno combinado y las becerras suministrados con un calostro reconstituido, usando el mismo método de suministro, cada uno con un plan de alimentación diferente, donde los efectos de las diferencias del programa de alimentación se manifestaron a lo largo de 56 días, pero el estado del calostro influyó en el crecimiento, el consumo de alimento y la eficiencia sin afectar la digestión de nutrientes. Aun cuando no se han registrado estudios que demuestren un efecto negativo o positivo en la GAND de acuerdo con la forma de administración de calostro o la paridad, en el presente estudio no se

encontraron diferencias significativas, pero existe un mejor comportamiento de GAND = 0.1826 m ($P > 0.05$) en becerras crías de vacas primíparas, a las que se les suministró el calostro mediante mamila.

Por otro lado, la sonda esofágica se utiliza para garantizar la ingesta suficiente de calostro en becerras recién nacidas, aunque el impacto de la alimentación por sonda en el comportamiento animal no está claro. Bonk *et al.* (2016) registraron muestras de sangre 24 horas después del nacimiento para determinar la concentración de IgG. La ingesta voluntaria de calostro difirió significativamente entre las becerras alimentadas con mamila, considerando ambas alimentaciones de calostro, las becerras alimentadas con mamila consumieron 3.44 ± 0.14 litros y los que se alimentaron con sonda consumieron 3.20 ± 0.38 litros de calostro, mientras que la ingesta de IgG fue de 255.6 ± 77.5 g IgG, la concentración sérica a las 24 horas del nacimiento fue de 22.8 ± 6.7 g L⁻¹ y la concentración de proteínas séricas totales fue de 6.1 ± 0.6 d dL⁻¹, ningún resultado difirió entre los grupos. En este estudio, los valores promedio de CIGS (~ 6.3 g dL⁻¹) sugieren una transferencia pasiva adecuada, dado que un nivel de proteína total sérica ≥ 6.2 g dL⁻¹ o IgG sérica ≥ 10 g L⁻¹ se asocia con baja morbilidad (Godden *et al.* 2019). Estudios recientes abogan por definir umbrales más estrictos (IgG ≥ 25 g L⁻¹) para reducir riesgos de morbilidad prematura (Robbers *et al.* 2021). Este estándar es útil para contextualizar que, aunque no se detectaron diferencias entre métodos o paridad, la calidad y el volumen inicial del calostro fueron suficientes para asegurar FTPI satisfactoria. Con ello, puede concluirse que ninguna becerro tuvo falla en la transferencia pasiva y no existió efecto en el comportamiento de las becerras.

Ni la paridad ni el método influyeron significativamente en PR o PD. Investigaciones identifican que la morbilidad pre-destete está más relacionada con el manejo posnatal, calidad bacteriana del calostro y segunda ingesta complementaria, más que con el método inicial (Abuelo *et al.* 2021, Zheng *et al.* 2021). Prácticas como una segunda alimentación temprana (5–6 h después) demuestran reducción considerable en FTPI y morbilidad digestiva o respiratoria (Abuelo *et al.* 2021). La diarrea en becerras es una de las principales causas de muerte antes del destete, lo que causa pérdidas económicas a los productores. La alimentación temprana con la cantidad adecuada de calostro de buena calidad es esencial para limitar la exposición a patógenos bacterianos y garantizar la salud y supervivencia de las becerras. Las prácticas de administración de calostro y la sanidad tienen que ver con la incidencia de enfermedades digestivas, sin embargo, existen otros factores que pueden influir (Hennessy *et al.* 2023). En contraste a la presencia de enfermedades respiratorias, Lora *et al.* (2019) obtuvieron 94.4% de enfermedades digestivas (enteritis) durante los primeros 3 meses de monitoreo y el pico de incidencia se presentó a ocho días de edad y las primeras cuatro muertes a 15 días. La aparición de enfermedades en las becerras se vio afectada por el método de suministro de calostro, siendo más elevada la tasa con el método alimentación a mano.

Respecto al factor de paridad, aunque en algunos estudios se reporta que vacas multíparas presentan un calostro de mayor concentración de IgG u oligosacáridos (Uyama *et al.* 2022), en este caso no se observó efecto significativo de paridad sobre las respuestas evaluadas. Esto podría deberse a una calidad homogénea del calostro, selección uniforme de animales o manejo consistente entre grupos.

Algunas aplicaciones prácticas y recomendaciones derivadas de este y otros estudios son: el método de suministro (sonda *vs* mamila) no altera los resultados productivos ni inmunológicos si se suministra un volumen adecuado y calostro de alta calidad dentro de las primeras horas postnacimiento; asegurar el suministro temprano (≤ 2 h) y volumen suficiente (10% del peso corporal, aproximadamente 3 L) es crítico para evitar FTPI y morbilidad; considerar una segunda ingesta de calostro 5–6 h después del primero podría mejorar aún más la inmunidad pasiva, reducir la morbilidad y fomentar la ganancia de peso pre-destete, incluso en sistemas con buena gestión colostrual inicial; incluir variables fisiológicas complementarias como proteína total sérica, niveles de IgG > 25 g L⁻¹, y medidas inmunometabólicas permitiría profundizar el análisis en futuros estudios.

CONCLUSIONES

No hay diferencias significativas en GPND, GAND, CIGS, PR o PD atribuidas a la paridad de la madre o al método de suministro del calostro, dentro del enfoque experimental implementado; sin embargo, se observaron tendencias favorables en ambos métodos, por lo que es necesario realizar más estudios en otras unidades de producción para contrastar los resultados de esta investigación, así como incluir efectos de otros factores climáticos o ambientales, y los métodos de crianza.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la unidad de producción donde se realizó esta investigación, por todas las facilidades otorgadas.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Abuelo A, Cullens F, Hanes A, Brester JL (2021) Impact of two versus one colostrum meals on failure of transfer of passive immunity, pre-weaning morbidity and mortality, and performance of dairy calves in a large dairy herd. *Animals* 11(3): 782. <https://doi.org/10.3390/ani11030782>
- Blum JW (2006) Nutritional physiology of neonatal calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90(1-2): 1-11. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00614.x>
- Bonk S, Nadalin A, Heuwieser W, Veira D (2016) Lying behaviour and IgG-levels of newborn calves after feeding colostrum via tube and nipple bottle feeding. *Journal of Dairy Research* 83(03): 298-304. <https://doi.org/10.1017/s0022029916000285>
- Callejo RA (2019) El calostro en la cría de terneros (casi 32 años después). *Revista Frisona* 234: 110-116.
- Carulla P, Villagrà A, Estellés, F, Blanco-Penedo I (2023) Welfare implications on management strategies for rearing dairy calves: A systematic review. Part 1–feeding management. *Frontiers in Veterinary Science* 10: 1148823. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2023.1148823/FULL>

- Fischer-Tlustos AJ, Hertogs K, van-Niekerk JK, Nagorske M, Haines DM, Steele MA (2020) Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *Journal of Dairy Science* 103(4): 3683-3695 <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17357>
- Godden MS, Jason EL, Amelia RW (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>
- Hennessy M, Kristula M, Cady S, Smith B, Indugu N, Vecchiarelli B, Pitta D (2023) Acidification of colostrum affects the fecal microbiota of preweaning dairy calves. *Comunicaciones JDS* 4: 80-85. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0296>
- Lora I, Gottardo F, Bonfanti L, Stefani AL, Soranzo E, Dall'Ava B, Barberio A (2019) Transfer of passive immunity in dairy calves: The effectiveness of providing a supplementary colostrum meal in addition to nursing from the dam. *Animal* 13(11): 2621-2629. <https://doi.org/10.1017/s1751731119000879>
- Ontsouka EC, Albrecht C, Bruckmaier RM (2016) Invited review: Growth-promoting effects of colostrum in calves based on interaction with intestinal cell surface receptors and receptor-like transporters. *Journal of Dairy Science* 99(6): 4111-4123. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9741>
- Overton MW, Dhuyvetter KC (2020) Symposium review: An abundance of replacement heifers: What is the economic impact of raising more than are needed? *Journal of Dairy Science* 103(4): 3828-3837. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17143>
- Palczynski L, Bleach E, Brennan M, Robinson P (2020) Giving calves 'the best start': Perceptions of colostrum management on dairy farms in England. *Animal Welfare* 29(1): 45-58. <https://doi.org/10.7120/09627286.29.1.045>
- Quigley JD, Deikun L, Hill TM, Suarez-Mena FX, Dennis TS, Hu W (2019) Effects of colostrum and milk replacer feeding rates on intake, growth, and digestibility in calves. *Journal of Dairy Science* 102: 11016-11025. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16682>
- Robbers L, Jorritsma R, Nielen M and Koets A (2021) A scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves. *Frontiers in Veterinary Science* 8: 668639. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639>
- SAS (2004) User's Guide: Statistics. Version 9.1.3. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA. <https://support.sas.com/>. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2022.
- Tuberquia-López BC, Álvarez-Hernández N, Correa-Valencia NM (2024) A systematic review on management practices affecting welfare in male calves: A five domains model approach. *Acta Veterinaria Eurasia* 50(3): 218-220 <https://doi.org/10.5152/actavet.2024.23097>
- Uyama T, Kelton DF, Winder CB, Dunn J, Goetz HM, LeBlanc SJ, McClure JT, Renaud DL (2022) Colostrum management practices that improve the transfer of passive immunity in neonatal dairy calves: A scoping review. *PLoS ONE* 17(6): e0269824. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269824>
- Yamaguchi E, Hayama Y, Shimizu Y, Murato Y, Sawai K, Yamamoto T (2021) Additive Bayesian network analysis of the relationship between bovine respiratory disease and management practices in dairy heifer calves at pre-weaning stage, *BMC Veterinary Research* 17: 360. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-03018-1>
- Zheng QD, Leal Yepes FA. (2021) Effects of Receiving Two Initial Feedings of Colostrum on the Average Daily Gain and Health of Pre-Weaning Group Housed Holstein Heifer Calves. *Animals* 10 (11): 3209. <https://doi.org/10.3390/ani11113209>
- Zhang H, Wang K, An T, Zhu L, Chang Y, Lou W, Liu L, Guo G, Liu A, Su G, Brito LF, Wang Y (2022) Genetic parameters for dairy calf and replacement heifer wellness traits and their association with cow longevity and health indicators in Holstein cattle, *Journal of Dairy Science* 105: 6749-6759. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21450>