

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2594>

Efecto de la zeolita (Clinoptilolita) en los niveles de calcio sérico en vacas posparto del cantón Déleg

Effect of zeolite (clinoptilolite) on serum calcium levels in postpartum cows in the Déleg cantón

Luis Alfredo Juncal Quizhpilema

luis.juncal.80@est.ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2890-7013>

Universidad Católica de Cuenca
Cuenca – Ecuador

Edwin Ernesto Landi Torres

edwin.landi@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-1531-3312>

Universidad Católica de Cuenca
Cuenca – Ecuador

Manuel Esteban Maldonado Cornejo

mmaldonadoc@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1507-2280>

Universidad Católica de Cuenca
Cuenca – Ecuador

Artículo recibido: 10 agosto 2026- Aceptado para publicación: 16 septiembre 2026

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

La concentración de calcio en vacas posparto constituye uno de los trastornos metabólicos de mayor relevancia en la producción lechera, ya que la elevada demanda de calcio asociada a la síntesis de calostro reduce su concentración con efectos negativos para el animal. En los sistemas pastoriles de la sierra ecuatoriana, donde la nutrición mineral suele ser limitada, el uso de aditivos naturales como la zeolita clinoptilolita se plantea como una alternativa para favorecer el equilibrio del calcio. El presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la suplementación con zeolita clinoptilolita sobre los niveles de calcio sérico en vacas posparto del cantón Déleg. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo experimental, con seis vacas mestizas multíparas mantenidas bajo manejo uniforme; se contemplan una fase testigo sin suplementación y una fase experimental con 300 g diarios de zeolita repartidos en dos tomas, con mediciones bioquímicas de calcio sérico en los días 0, 15 y 30 de cada fase. La variable dependiente corresponde a la concentración de calcio sérico, expresada en mg/dL, y la independiente a la presencia o ausencia de suplementación. Los datos recolectados se analizaron por medio de una ANOVA. Los resultados indicaron que, no se evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos testigo y el experimento con suplementación en los valores de calcio sérico ($F = 0.48$;

$p = 0.8568$). Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones evaluadas, la inclusión de zeolita no generó un efecto estadísticamente detectable sobre los niveles de calcio sérico.

Palabras clave: hipocalcemia, calcio sérico, clinoptilolita, vacas posparto, suplementación mineral

ABSTRACT

Calcium concentration in postpartum cows is a key factor in one of the most significant metabolic issues in dairy production, as the high calcium demand associated with colostrum synthesis reduces calcium levels, leading to negative effects on the animal. In the pasture-based systems of the Ecuadorian highlands, where mineral nutrition is often limited, the use of natural additives such as clinoptilolite zeolite is proposed as an alternative to promote calcium balance. This study aims to determine the effect of clinoptilolite zeolite supplementation on serum calcium levels in postpartum cows in the Déleg canton. The study employed a quantitative experimental approach involving six multiparous crossbred cows kept under uniform management conditions. It included a control phase without supplementation and an experimental phase involving a daily dose of 300 g of zeolite (split into two feedings), with biochemical measurements of serum calcium taken on days 0, 15, and 30 of each phase. The dependent variable was serum calcium concentration (expressed in mg/dL), and the independent variable was the presence or absence of supplementation. The collected data were analyzed using ANOVA. The results showed no significant differences ($p > 0.05$) in serum calcium values between the control group and the supplemented experimental group ($F = 0.48$; $p = 0.8568$). These results suggest that, under the conditions evaluated, the inclusion of zeolite did not produce a statistically detectable effect on serum calcium levels.

Keywords: hypocalcemia, serum calcium, clinoptilolite, postpartum cows, mineral supplementation

INTRODUCCIÓN

La producción lechera actual depende de una combinación de factores genéticos, fisiológicos y nutricionales que determinan el volumen y calidad del producto final (Bednarski & Kupczyński, 2024 ; Siddiqui et al., 2024). El período de transición, que abarca las tres semanas previas y las tres posteriores al parto, representan la etapa de mayor riesgo metabólico debido a que exista demanda de nutrientes, pero la ingesta de alimento no está a la par (Portilla-Domínguez et al., 2021). Las vacas tienen la capacidad de compensar este déficit, pero depende de su recuperación y la persistencia de la lactancia (Bednarski & Kupczyński, 2024).

En los días posteriores al parto, la síntesis de calostro moviliza rápidamente el calcio en el organismo, por lo que, si descienden los niveles séricos por debajo del umbral fisiológico, se produce el síndrome de vaca caída (Goff et al., 2020). La presentación subclínica afecta a una proporción considerable de los animales lo que la convierte en una preocupación productiva persistente y no un evento aislado (Roberts & McDougall, 2019). Esta baja detección justifica el monitoreo del calcio sérico como indicador directo del estado mineral del hato.

Este desbalance tiene un impacto, debido a que el síndrome de vaca caída se asocia con una menor contractilidad uterina con lo que existe mayor riesgo de retención de placenta y una respuesta inmune deprimida (Arechiga-Flores et al., 2022 ; Ma et al., 2024). En los sistemas pastoriles de América Latina y en la sierra ecuatoriana este problema se agrava por el uso de forrajes que resultan insuficientes en el aporte de minerales esenciales (Osorio-Giraldo et al., 2024). Por tanto, es necesario investigar alternativas nutricionales locales que permitan estabilizar el balance mineral durante el posparto para mitigar pérdidas económicas.

La zeolita clinoptilolita es un aditivo natural cuya estructura microporosa y alta capacidad de cambio catiónico le permite retener iones y liberarlos de forma progresiva en el tracto digestivo (Grifasi et al., 2024). Estas propiedades se han vinculado con un ambiente ruminal más estable, una mejor regulación del pH y beneficios sanitarios que incluyen la reducción del recuento de células somáticas durante el período de transición (Khachlouf et al., 2019; Narváez et al., 2022). Es así que su capacidad adsorbente favorece, de manera indirecta, la absorción eficiente de nutrientes en rumiantes.

Por ello, el uso de estos aditivos busca corregir carencias de la dieta base y mejorar la conversión alimenticia, siempre que el costo y la respuesta productiva lo justifique (Defalque et al., 2024). En dosis moderadas de zeolita se ha observado que la inclusión de 200 a 400 gramos por animal al día, puede influir positivamente en el rendimiento y calidad láctea (Khachlouf et al., 2019 ; Madrigal et al., 2024). Debido a que la composición de la leche responde a factores nutricionales y ambientales, por lo que, evaluar aditivos específicos en condiciones controladas resulta fundamental para optimizar la producción (Ochoa & González, 2021).

Debido a que la zeolita clinoptilolita es un recurso de origen natural, alta utilidad y bajo costo su estudio ofrece una herramienta accesible para mejorar la salud mineral en entorno donde la información técnica es limitada. Por lo expuesto, la presente investigación determinó el efecto de la suplementación con zeolita clinoptilolita sobre los niveles de calcio sérico en vacas posparto del cantón Déleg, por lo que se estableció las concentraciones de calcio sérico mediante análisis bioquímico y se comparó estos niveles entre las fases con y sin suplementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda Nápoles, ubicada en el cantón Déleg, provincia del Cañar, en predios con un sistema de producción lechera común de la Sierra ecuatoriana. Es así que se seleccionaron seis vacas mestizas multíparas con al menos tres partos y una condición corporal comprendida entre 3,0 a 3,5 en una escala de 1 a 5 antes de iniciar el estudio, todos los animales se sometieron a una evaluación clínica para confirmar su buen estado de salud y se les mantuvo bajo un esquema de manejo uniforme en alimentación y atención sanitaria para reducir la variabilidad externa.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo experimental, estructurado en dos fases evaluadas sobre los mismos sujetos para permitir que cada animal actuara como su propio control. La primera etapa correspondió a una fase testigo de 30 días en la que no se aplicó ninguna suplementación. Tras concluir este tiempo, se estableció un intervalo de descanso y adaptación de siete días antes de proceder con la fase experimental, la cual duró 30 días.

En la fase de intervención, a los animales se administraron 300 g diarias de zeolita clinoptilolita por vaca, los cuales fueron distribuidos en dos tomas de 150 g cada una y se realizaron en los ordeños de la mañana y tarde. La variable independiente se definió por la presencia o ausencia de la suplementación según la fase, mientras que la variable dependiente fue la concentración de calcio sérico, cuantificada en mg/dL. Las mediciones se realizaron de forma sistemática en los días 0, 15 y 30 de cada una de las fases.

Para la obtención de los datos bioquímicos se recolectaron un total de 36 muestras de sangre mediante punción venosa. El procesamiento se efectuó en laboratorio a través de una química sanguínea completa, empleando reactivos específicos y un autoanalizador de química clínica para determinar los niveles de calcio. La integridad de las pruebas se garantizó por medio de un protocolo estricto de traslado y preservación desde el predio hasta el centro de análisis.

En lo concerniente al análisis estadístico de las concentraciones obtenidas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas, evaluando el efecto de la fase, el tiempo de muestreo (días 0, 15 y 30) y la interacción entre ambos factores. Cada vaca fue incorporada en el modelo como efecto aleatorio para controlar la variabilidad individual. En los casos donde los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se empleó

un modelo lineal mixto como alternativa estadística, estableciendo en todas las pruebas un nivel de significancia de $p < 0,05$.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 y Figura 1, se encuentra la estadística descriptiva para los dos grupos de trabajo. En el grupo testigo, los niveles de calcio sérico se mantuvieron dentro de un rango moderado con una recuperación parcial hacia el día 15 y estabilización en el día 30. En contraste, el grupo con el que se experimentó con zeolita presentó valores iniciales más altos y un incremento hacia el día 30, alcanzando una media de 10.35 mg/dL y un máximo de 11.05 mg/dL. La menor variabilidad observada en este grupo sugiere que la suplementación favoreció una respuesta más uniforme en la recuperación de calcio sérico en los animales de prueba.

Tabla 1

Estadísticos de concentración de calcio sérico en vacas posparto testigo y experimento

Grupo	Día	Media $\pm$ D.E. (Mg/Dl)	Mínimo (Mg/Dl)	Máximo (Mg/Dl)	Valor P Tramientos	Valor P Días	Valor P Interaccion
Testigo	0	8.61 $\pm$ 1.15	7.46	10.74	0.070	0.049	0.166
	15	9.49 $\pm$ 0.73	8.63	10.50			
	30	9.41 $\pm$ 0.56	8.78	9.65			
Experimento	0	9.57 $\pm$ 0.78	8.88	10.98	0.070	0.049	0.166
	15	9.06 $\pm$ 0.47	8.74	9.20			
	30	10.35 $\pm$ 0.57	9.52	11.05			

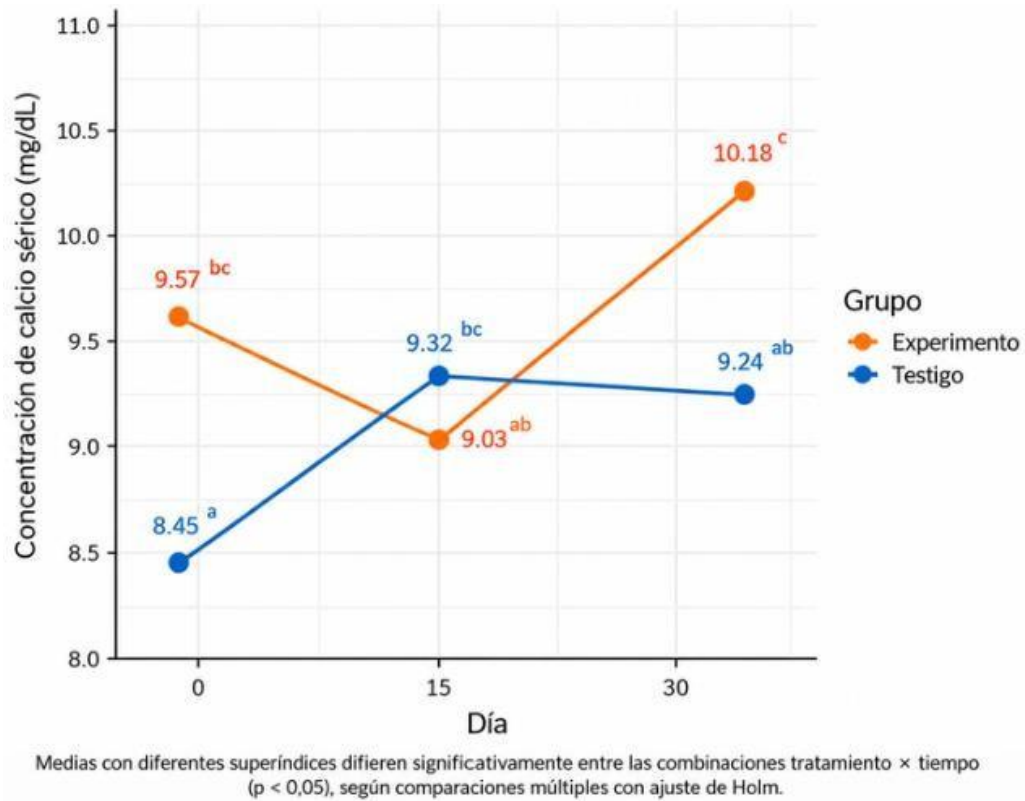
Teniendo como resultado que el efecto significativo el análisis de varianza de medidas de evaluación sobre los niveles de calcio sérico ($p=0,049$),demostrando cambios en la concentración de este mineral en los días 0, 15 y 30, como también no existe cambios significativos en el efecto global del tratamiento ($p=0,070$), además la interpretación tratamiento x tiempo tuvo como resultado ($p=0,166$), con los resultados expuesto se da a conocer que aunque exista variación en función del tiempo, no existe un efecto general del tratamiento ni cambios significativos en la parte de testigo y experimento

Las balances variados entre las seis composiciones tratamiento $\times$ tiempo (Testigo-D0, Testigo-D15, Testigo-D30, Experimento-D0, Experimento-D15 y Experimento-D30) manifestaron diferencias nominales entre Testigo-D0 y Experimento-D30 ($p=0.018$), Testigo-D30 y Experimento-D30 ($p=0.010$), y Experimento-D15 y Experimento-D30 ($p=0.005$). Sin embargo, tras usar la corrección de Holm por comparaciones compuestos, ninguna de estas discrepancias conservó significancia estadística (p ajustado > 0.05). La mayores cambios se

observó entre Experimento-D15 y Experimento-D30, con un aumento de 9.03 ± 0.17 a 10.18 ± 0.65 mg/dL (p ajustado = 0.071). Los resultados demuestran una variación temporal de las concentraciones de calcio sérico

Figura 1

Comparación de calcio sérico entre grupos de vacas posparto testigo y experimento



Existe una diferencia entre el experimento y el testigo. Por un lado, el testigo empieza con valores inferiores y producto de la adaptación con sales minerales recupera los niveles de calcio sérico, manteniéndose hasta el día 30 porque el efecto de la adaptación con sales minerales desaparece. Por otro lado, se puede evidenciar que los animales que se estaban adaptando a la zeolita no alcanzan una adaptación total hasta el día 15, por lo que los niveles bajan sin llegar a ser significativos. Sin embargo, al día 30 ya se pueden observar los efectos de la zeolita.

En la concentración de calcio sérico de las vacas que no fueron suplementadas. Se observa que, los valores mostraron una tendencia general de recuperación parcial entre los días 0 y 30. Algunas vacas presentaron incrementos sostenidos, mientras que otras alcanzaron valores máximos en el día 15. Es así que, los niveles se mantuvieron similares sin variaciones notables previo a la suplementación con zeolita.

Luego de la suplementación de zeolita clinoptilolita mostró una tendencia ascendente en el día 30 en la mayoría de las vacas. Sin embargo, algunas vacas presentaron descensos transitorios en el día 15. A su vez, también se encontraron valores superiores en el inicio que no se recuperaron durante el estudio, de esta manera la suplementación favoreció el incremento de la concentración de calcio sérico.

DISCUSIÓN

La administración preparto de zeolita ha demostrado elevar el calcio sérico en sistemas estabulados (Kerwin et al., 2019). Sin embargo, la evidencia sobre su uso en el posparto inmediato bajo pastoreo sigue siendo escasa como el estudio de Tánori-Lozano et al., (2023) en el cual se demostró que no tiene un efecto positivo, lo que concuerda con los resultados del presente estudio ya que, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre ambos grupos ($F = 0.48$; $p = 0.8568$), lo que sugiere que bajo las condiciones evaluadas la suplementación no generó un efecto estadísticamente detectable sobre los niveles de calcio sérico.

Es así que los análisis de la suplementación en vacas posparto resultan pertinente ya que, la salida masiva de calcio hacia el calostro supera ampliamente las reservas disponibles en el líquido extracelular (Muiño et al., 2018 ; Gallegos & Fonseca, 2021). El aporte mineral en esta etapa condiciona la capacidad del animal de superar el balance energético negativo característico del inicio de la calostración. Como se evidenció en las 6 vacas. En el presente estudio se observó que las vacas del grupo Testigo iniciaron con una concentración promedio de 8.61 mg/dL, mostrando una recuperación parcial hacia el día 15 (9.49 mg/dL) y estabilización en el día 30 (9.41 mg/dL). En contraste, el grupo Experimento suplementado con zeolita clinoptilolita presentó valores iniciales más altos (9.57 mg/dL), un descenso transitorio al día 15 (9.06 mg/dL) y un incremento marcado al día 30 (10.35 mg/dL, con un máximo de 11.05 mg/dL).

Con base en lo expuesto, aunque los resultados del presente trabajo no evidenciaron diferencias significativas, la tendencia ascendente observada en el grupo suplementado sugiere un posible efecto favorable en la recuperación del calcio sérico, condicionado por factores como la edad, la raza y la producción lechera de los animales evaluados.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que, pese a que la suplementación con zeolita clinoptilolita generó cierta tendencia ascendente en los niveles de calcio sérico en el día 30, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($F = 0.48$; $p = 0.8568$). Esto indica que, bajo las condiciones evaluadas, la inclusión del aditivo no tuvo un efecto detectable sobre la homeostasis en vacas posparto.

La evolución de los valores en el grupo experimental, con un incremento final hasta 10.35 mg/dL, sugiere una respuesta uniforme y estable en comparación con el grupo testigo, lo que podría reflejar un beneficio en la recuperación de calcio sérico. Sin embargo, existe variabilidad individual entre animales por lo que, la generalización de esta evidencia necesita estudio con la inclusión de nuevas variables.

En los sistemas pastoriles de la Sierra ecuatoriana, donde la oferta mineral es insuficiente en algunos casos, la zeolita clinoptilolita representa una alternativa accesible y de bajo coste. No

obstante, los hallazgos de este trabajo evidencian que su impacto sobre el calcio sérico requiere de un mayor número de investigaciones en los que se incorpore edad, raza y nivel productivo de las vacas, para establecer protocolos de suplementación.

Agradecimientos

Como recomendación se sugiere realizar investigaciones con un mayor número de bovinos y en ubicaciones geográficas diferentes del Ecuador, por ende se puede considerar variaciones en la edad, raza, condición corporal, productividad y como parte importante el tipo de manejo al que se atribuye los animales, como también se sugiere el uso de diferentes dosis de zeolita combinando con los parámetros ya mencionados.

REFERENCIAS

- Arechiga, C. F., Hernández, P., Lozano, R., López, M., Macías, U., & Avendaño, L. (2022). La hipocalcemia en la vaca lechera. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5277>
- Bednarski, M., & Kupczyński, R. (2024). Factors affecting milk productivity, milk quality and dairy cow health. *Animals*, 14(24), 3707. <https://doi.org/10.3390/ani14243707>
- Dalton, J., Hendriks, S., Roche, J., Donaghy, D., Dela Rue, B., & Kuhn, B. (2023). The effect of prepartum synthetic zeolite supplementation on the eating, lying and activity behaviours of grazing dairy cows. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 336–347. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2283052>
- Defalque, G., Santos, R., Pache, M., & Defalque, C. (2024). A review on beef cattle supplementation technologies. *Information Processing in Agriculture*, 11(4), 559–572. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.10.003>
- Gallegos, G., & Fonseca, C. (2021). La hipocalcemia en vacas lecheras y sus alternativas diagnósticas en campo: Revisión. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 25, 54–74. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i25.2590
- Goff, J., Hohman, A., & Timms, L. (2020). Effect of subclinical and clinical hypocalcemia and dietary cation-anion difference on rumination activity in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2591–2601. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17581>
- Grifasi, N., Ziantoni, B., Fino, D., & Piumetti, M. (2024). Fundamental properties and sustainable applications of the natural zeolite clinoptilolite. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33656-5>
- Kerwin, A., Ryan, C., Leno, B., Jakobsen, M., Theilgaard, P., Barbano, D., & Overton, T. (2019). Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5191–5207. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16272>
- Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R., & Gargouri, A. (2019). Effects of dietary zeolite supplementation on milk yield and composition and blood mineral status in lactating dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 54–62. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1563548>
- Ma, Z., Ma, L., Zhao, F., & Bo, Y. (2024). Effects of oral calcium on reproduction and postpartum health in cattle: A meta-analysis and quality assessment. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1357640. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1357640>
- Madrigal, M., Galvão, M., de Freitas, J., Santiago, M., Lôbo, L., Menezes, A., & Matos, I. (2024). Improving milk yield, milk quality, and follicular functionality behavior in dairy cows from

- the implementation of microencapsulated chili pepper supplements in their diets. *Animals*, 14(16), 2361. <https://doi.org/10.3390/ani14162361>
- Martins, L., Wasson, D., & Hristov, A. (2022). Feeding dairy cows for improved metabolism and health. *Animal Frontiers*, 12(5), 29–36. <https://doi.org/10.1093/af/vfac059>
- Muñoz, R., Bueno, B., & Benedito, J. (2019). Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero: Tratamiento y manejo preventivo. *Revisión bibliográfica. ITEA*, 114(3), 259–279. <https://doi.org/10.12706/itea.2018.014>
- Narváez, M., Mendoza, N., Galarza, D., Perea, F., & Garzón, J. (2022). La suplementación de clinoptilolita en la dieta basal reduce las células somáticas de vacas lecheras multíparas durante el periodo de transición. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 30(2). https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/3050
- Ochoa, M. Á., & González, I. D. (2021). Composición, síntesis y factores que afectan la cantidad y composición de la leche. *BM Editores*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/composicion-sintesis-y-factores-que-afectan-la-cantidad-y-composicion-de-la-leche/>
- Osorio, J., Calderón, V., López, O., & Restrepo, D. (2024). Importancia de la disponibilidad de alternativas forrajeras para la alimentación de ganado bovino. *Revista Politécnica*, 20(39), 18–30. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n39a2>
- Portilla, E., Reyes, B., Cardona, J., & Monter, D. (2021). Relación calcio, fósforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(2), e889. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.889>
- Roberts, K., & McDougall, S. (2019). Risk factors for subclinical hypocalcaemia, and associations between subclinical hypocalcaemia and reproductive performance, in pasture-based dairy herds in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 67(1), 12–19. <https://doi.org/10.1080/00480169.2018.1527732>
- Sammad, A., Khan, M., Abbas, Z., Hu, L., Ullah, Q., Wang, Y., Lei, H., & Wang, Y. (2022). Major nutritional metabolic alterations influencing the reproductive system of postpartum dairy cows. *Metabolites*, 12(1), 60. <https://doi.org/10.3390/metabo12010060>
- Siddiqui, S., Salman, S., Redha, A., Zannou, O., Chabi, I., Oussou, K., & Maqsood, S. (2024). Physicochemical and nutritional properties of different non-bovine milk and dairy products: A review. *International Dairy Journal*, 148, 105790. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105790>
- Tánori, A., Montaña, M., Pinelli, A., Valenzuela, M., Zamorano, L., Dávila, J., & González, H. (2023). Inclusión dietaria de clinoptilolita como aditivo en la producción de rumiantes. *Biotecnia*, 25(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1759>
- Wilhelm, A., Maquivar, M., Bas, S., Brick, T., Weiss, W., Bothe, H., & Schuenemann, G. (2017). Effect of serum calcium status at calving on survival, health, and performance of

postpartum Holstein cows and calves under certified organic management. Journal of Dairy Science, 100(4), 3059–3067. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11743>