



Received: April 22, 2024 / Accepted: May 26, 2024

Artículo Original

Efecto de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles sobre la eficiencia reproductiva en vaquillas Holstein

Effect of organic minerals and vitamins fat soluble on reproductive efficiency in Holstein heifers

C. A. Zúñiga-Ortega¹ , M. H. Jara-Depaz² , C. R. Velásquez-Vergara^{2*} 

<https://doi.org/>



Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de la aplicación de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles en la eficiencia reproductiva de vaquillas Holstein. **Metodología:** Se seleccionaron 30 vaquillas de $18,6 \pm 2,4$ meses de edad y 394 ± 37 kg de peso corporal, distribuidos al azar en dos grupos de quince animales cada uno. Los tratamientos administrados fueron los siguientes: T0: Control y T1: Aplicación de un suplemento mineral orgánico y de vitaminas liposolubles por vía subcutánea. La dosis fue de 1 ml por cada 50 kg de peso corporal, repetida a los 30 días de la primera aplicación. La detección de preñez se realizó 35 días después de la primera o segunda inseminación. Se evaluaron la presentación de celo, tasa de concepción, tasa de preñez y el número de servicios por concepción. Los datos se analizaron mediante la prueba de proporción de la función pro test del software R. **Resultados:** No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) significativas en la presentación de celo (72,7 y 60%), la tasa de concepción (68,75 y 53,37%), la tasa de preñez (50 y 32%) y el servicios por concepción (1,45 y 1,87) entre las vaquillas con y sin aplicación, respectivamente. **Conclusiones:** La suplementación con minerales orgánicos y vitaminas liposolubles no mejoró la eficiencia reproductiva en vaquillas Holstein.

Palabras clave: Minerales orgánicos, vaquillas, tasa de concepción, tasa de preñez, servicios por concepción.

Abstract

Objective: To evaluate the effect of organic minerals and fat-soluble vitamins on reproductive efficiency in Holstein heifers. **Methodology:** Thirty heifers of 18.6 ± 2.4 months of age and 394 ± 37 kg body weight were randomly distributed in two groups of fifteen animals each. One of the groups received a subcutaneous supplement providing 20 mg of Zn, 10 mg of Cu, 2.5 mg of Se, 70 mg of vitamin E and 28,900 IU of vitamin A per mL. The application was 1 mL per 50 kg of body weight, and the dose was repeated 30 days after the first application. Pregnancy detection was performed 35 days after the first or second insemination. Estrus presentation, conception rate, pregnancy rate and number of services per conception were evaluated. Data were analyzed using the pro test function ratio test of R software. **Results:** No significant differences ($p > 0.05$) were found for heat presentation (72.7 and 60%), conception rate (68.75 and 53.37%), pregnancy rate (50 and 32%) and services per conception (1.45 and 1.87) between heifers, with and without application respectively. **Conclusions:** Supplementation with organic minerals and fat-soluble vitamins did not improve reproductive efficiency in Holstein heifers.

Key words: Organic minerals, heifers, conception rate, pregnancy rate, services per conception.

¹Ingeniero Zootecnista, Escuela Profesional de Ingeniería zootécnica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú

²Médico Veterinario, Departamento Académico de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú

^{3*}Autor para la correspondencia, E-mail: cvelasquez@unjfsc.edu.pe

Introducción

La escasez de forrajes origina deficiencias nutricionales, que afectan la producción y reproducción animal. Entre las deficiencias más significativas se encuentran la deficiencia de micro minerales como, el cobre, el zinc y el selenio, cuyos niveles pueden variar de acuerdo al lugar de cría del ganado (Willmore et al., 2021). Además, se han identificado carencias de vitaminas liposolubles como la A, D y E (McDonald et al., 2021).

Estos micro minerales y vitaminas liposolubles desempeñan funciones claves durante la etapa reproductiva de las hembras, y su deficiencia puede tener consecuencias negativas en el rendimiento reproductivo (Clagett-Dame & Knutson, 2011; Md Amin et al., 2022). Entre los micro minerales, el Cu, el Zn y el Se son especialmente relevantes, ya que su deficiencia puede provocar trastornos reproductivos significativos, como fallas en la ovulación, alteraciones en la duración del ciclo estral, aborto y mortalidad embrionaria (Suttle, 2012).

La biodisponibilidad de estos minerales en los forrajes es considerablemente baja. El cobre muestra una biodisponibilidad cercana al 48% en la pasta de algodón y soya (Aoyagi & Baker., 1995); mientras que el zinc puede encontrarse disponible en formas tanto inorgánicas, como el sulfato de zinc, como en formas orgánicas, como el glicinato. Además, es importante tener en cuenta la reducida tasa de absorción intestinal de estos compuestos, lo cual repercute en su biodisponibilidad para los tejidos (Pino & Heinrichs, 2016)

Ante esta situación, se ha considerado la administración parenteral de los minerales orgánicos, como una alternativa para mejorar de estos elementos, especialmente de cobre, zinc y selenio, así como de las vitaminas liposolubles A, D y E en el organismo animal. Además, dentro del tracto gastrointestinal se producen interacciones entre nutrientes que pueden afectar la biodisponibilidad de las fuentes de micro minerales (Spears, 2003). La suplementación de micro minerales y vitaminas liposolubles mediante inyecciones ofrece la oportunidad de suplementar nutrientes que eviten por completo el tracto gastrointestinal y, por ende, eluden las complejas interacciones ruminales (Stokes et al., 2017). Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la

administración parenteral de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles sobre la eficiencia reproductiva en vaquillas Holstein.

Metodología

La Ubicación

La investigación se realizó en el establo lechero Pampa Milagrosa S.R.L, situado en el distrito de Santa María, Provincia de Huaura, región Lima, Perú; las coordenadas geográficas son -11.1258 y -77.6087, con una altitud de 67 m s.n.m. La temperatura media en la zona fue de 19°C, con una humedad relativa promedio del 87% (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2022). La evaluación se llevó a cabo durante el período comprendido entre los meses de junio a octubre del 2019.

Características del área experimental

Se dispusieron dos corrales de 25 x 18 m cada uno, abarcando un área total de 450 m², lo que proporcionaba un espacio de 30 m² por animal. Cada corral contaba con un comedero que ofrecía 1,42 m lineales por vaquilla. Además, los bebederos de cada corral tenían dimensiones de 5 m de largo, 1,5 m de ancho y 1 m de profundidad. Para brindar protección contra el sol, se instalaron sombras compuestas por columnas de madera y techos de estera. El área total del techo era de 15 x 6 m, proporcionando una zona de sombra de 90 m² en total, lo que equivalía a 6 m² por vaquilla.

Animales y tratamientos

Se evaluaron 30 vaquillas de la raza Holstein, con una edad promedio de $18,6 \pm 2.4$ meses de edad y un peso corporal medio de 394 ± 37 kg. Estos animales fueron distribuidos al azar en dos corrales, cada uno con quince vaquillas, a las cuales se les asignaron los siguientes tratamientos: Control (T0): vaquillas primerizas sin suplementación de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles y Experimental (T1): vaquillas primerizas con suplementación de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles.

Conducción del experimento

La dosificación parenteral en las vaquillas suplementadas consistió en administrar 1 mL por cada 50 kg de peso corporal, con una repetición después de 30 días, mediante vía subcutánea. Después de la aplicación, se realizó un seguimiento diario del celo en todas las vaquillas, tanto suplementadas como las no suplementadas,

cada 6 horas durante 21 días. Para la administración del complejo de micro minerales y vitaminas liposolubles, se emplearon jeringas descartables de 10 mL de capacidad y agujas descartables N° 16 x 1 pulgada. El diagnóstico de preñez se efectuó 35 días después de la inseminación artificial (IA) mediante la técnica de palpación rectal. Las vacas que no fueron preñadas, se les volvió a inseminar a la presentación del siguiente celo. Toda la información recolectada en el campo se registró en un cuaderno y posteriormente se transfirió al software Milk Check.

Producto utilizado

El vitamínico mineral inyectable, comercializado bajo el nombre de Selcozinc, es un producto que incluye una combinación de minerales y vitaminas, en las siguientes concentraciones por mililitro: 20 mg Zn, 10 mg Cu, 2,5 mg Se, 70 mg vitamina E y 28 900 UI de vitamina A.

Diseño experimental y variables

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos y 15 replicaciones por tratamiento. Cada vaquilla primeriza fue considerada como una réplica. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- *Presentación de celos*: Vaquillas en celo, durante todo el período de estudio. Se determinó mediante la ecuación (1):

$$\% \text{ vaquillas en celo} = \frac{\text{Vaquillas en celo}}{\text{total de vaquillas}} \times 100 \quad (1)$$

- *Porcentaje de concepción*: Mide la preñez en función a las inseminaciones efectuadas. Se determinó con la ecuación (2):

$$\% \text{ concepción} = \frac{\text{Vaquillas preñadas}}{\text{total vaquillas inseminadas}} \times 100 \quad (2)$$

- *Tasa de preñez*: Parámetro más confiable para medir la preñez. Combina presentación del celo con la concepción, de acuerdo a la siguiente fórmula (3):

$$\% \text{ Preñez} = \% \text{ presentación de celos} \times \% \text{ de concepción} \quad (3)$$

- *Número de servicios por concepción*: Es el número de inseminaciones que se necesitaron para preñar una vaquilla. Se determinó con la ecuación (4).

$$\text{Servicios x concepción} = \frac{\text{Total de inseminaciones}}{\text{total de vaquillas preñadas}} \quad (4)$$

Análisis de los datos

Para analizar los datos de la presentación del celo y preñez se construyó una tabla de

contingencia de 2x2 con la finalidad de determinar asociación entre las variables en estudio, mediante la prueba de chi cuadrado. Todos los datos fueron analizados por la prueba de proporciones con la función *pro.test* utilizando el software R.

Resultados

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los dos tratamientos en cuanto a la presentación del celo, tasa de concepción, tasa de preñez (Tabla 1) y número de servicios por concepción (Tabla 2) en los grupos de vaquillas evaluadas, tanto para el primer servicio, el segundo servicio y en el total general. No obstante, se observa una tendencia hacia un mejor rendimiento reproductivo en el grupo de vaquillas con suplementación de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles. Este grupo mostró una mayor presentación de celo (+12,7%), tasa de concepción (+15,42%) y de preñez (+18%) y un menor número de servicios por concepción (-0,42), en comparación al grupo de vaquillas que no recibieron suplementación.

Tabla 1

Parámetros reproductivos obtenidos con y sin suplementación mineral en vaquillas Holstein

Parámetros	TO: Sin suplemento	T1: Sin suplemento
Primer servicio		
Vaquillas (n)	15	15
Presentaron celo (n)	66,66% (10/15)	80% (12/15)
Preñadas	5	8
Tasa concepción 1° servicio	50%	66,6%
Tasa preñez 1° servicio	33,33%	53,28%
Segundo servicio		
Presentaron celo (n)	50,0% (5/10)	57,14% (4/7)
Preñadas	3	3
Tasa concepción 2° servicio	60,0%	75,0%
Tasa preñez 2° servicio	30%	42,85%
Total		
Presentaron celo (n)	60% (15/25)	72,7% (16/22)
Preñadas	8	11
Tasa concepción	53,33%	68,75%
Tasa preñez	32%	50%

Tabla 2

Efecto de la suplementación de minerales orgánicos y vitaminas liposolubles sobre el número de servicios por concepción en vaquillas Holstein

Parámetros	Con suplemento parental	Sin suplemento parental	p-valor
Inseminaciones	16	15	
Preñez(n)	11	8	
Servicios IA/ concepción	1,45	1,87	0,219

Discusión

La presentación de celo, tasa de concepción, tasa de preñez y servicios por concepción no fueron influenciados por la suplementación con minerales orgánicos y vitaminas liposolubles en este estudio. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ahola et al. (2004), Karkoodi et al. (2011), Hebbert et al. (2019). Sin embargo, otros investigadores si encontraron una respuesta positiva en el rendimiento reproductivo después de la suplementación (Campbell & Miller, 1998; Uchida et al., 2001; Chester-Jones et al., 2013; Mohapatra et al., 2012; Rabiee et al., 2010).

Las investigaciones realizadas por diversos autores muestran resultados variables, los cuales estarían relacionados principalmente con el estado nutricional, el momento de la aplicación, la forma de suministro y el estado de salud del animal (Rabbie et al., 2010).

En la investigación, las vaquillas tenían un peso vivo de 394 kg a los 18 meses de edad, lo cual indica una condición nutricional aceptable. Cuando los animales tienen cubiertas sus necesidades dietéticas de minerales traza, la aplicación con micro minerales y vitaminas no afectaría la presentación del celo, pero si mejora la tasa de preñez, como lo demostró Kirchhoff (2015).

En su investigación, al suplementar minerales a vaquillas con sus necesidades dietéticas de minerales cubiertas, observaron un comportamiento estrual no significativo con relación al control, de 73 y 60 %, respectivamente; mientras que la tasa de

concepción fue superior en las vaquillas suplementadas (51,28 vs 25,58%).

El momento de la aplicación es otro factor importante. En la investigación, el suplemento se aplicó a las vaquillas en crecimiento, una etapa donde las necesidades de nutrientes son mayores y cualquier deficiencia puede afectar el rendimiento reproductivo. Esto fue demostrado por Kirchhoff (2015) y Hebbert et al. (2019), quienes, al suministrar minerales a vaquillas con condición corporal aceptable, no observaron mejoras el rendimiento reproductivo.

La forma de suministro de los minerales y vitaminas a las vaquillas no tiene un efecto definido sobre la eficiencia reproductiva. La aplicación de solo minerales orgánicos vía parenteral o una combinación de orgánicos con inorgánicos, no mejoró el rendimiento reproductivo (Karkoodi et al., 2011). Sin embargo, otros estudios mostraron mejores resultados luego de aplicar minerales orgánicos (360 mg de zinc, 200 mg de manganeso, 150 mg de cobre y 12 mg de cobalto por día). Kellog et al. (2003) redujo los días al primer servicio y los días abiertos luego de suplementar con una combinación de glucoheptonato de cobalto y complejos específicos de aminoácidos de zinc, manganeso y cobre por vía oral. Asimismo, El-Hamd et al. (2011) mejoraron la tasa de concepción y redujo el número de servicios por concepción al suministrar zinc, cobre y selenio en vacas lecheras por vía oral, en comparación al grupo control sin suplemento.

El estado de salud del animal, es otro factor a considerar. Las vacas con trastornos reproductivos lograron una mejor tasa de concepción tras la suplementación con minerales en comparación al grupo control sin suplementación (40% y 5 % respectivamente). Asimismo la suplementación con minerales a vacas que padecen de estrés calórico mejoró la secreción hormonal y la tasa de concepción en comparación con las no tratadas.

Conclusión

La administración subcutánea de un suplemento vitamínico mineral orgánico junto con vitaminas liposolubles, no mejoró el rendimiento reproductivo de las vaquillas de raza Holstein.

Referencias

- Ahola, J., Baker, D., Burns, P., Mortimer, R., Enns, R., Whittier, J., Geary, T., & Engle, T. (2004). Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. *Journal of animal science*, 82 (8) , 2375 - 2383 . <https://doi.org/10.2527/2004.8282375X>.
- Aoyagi, S., & Baker, D. (1995). Effect of microbial phytase and 1,25-dihydroxycholecalciferol on dietary copper utilization in chicks. *Poultry science*, 74 (1), 121 - 126 . <https://doi.org/10.3382/PS.0740121>
- Campbell, M., & Miller, J. (1998). Effect of supplemental dietary vitamin E and zinc on reproductive performance of dairy cows and heifers fed excess iron. *Journal of dairy science*, 81 (10), 2693 - 2699 . [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(98\)75826-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(98)75826-6).
- Chester-Jones, H., Vermeire, D., Brommelsiek, W., Brokken, K., Marx, G., & Linn, J. (2013). Effect of trace mineral source on reproduction and milk production in Holstein cows. *The Professional Animal Scientist*, 29 (3) , 289 - 297 . [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30235-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30235-7).
- Clagett-Dame, M., & Knutson, D. (2011). Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*, 3 (4) , 385 - 428 . <https://doi.org/10.3390/nu3040385>
- El-Hamd, M., Sayah, M., El-Dein, M., Salama, A. & Ibrahim, S. (2011). Effect of dietary supplementation of zinc, copper and selenium pre- or post-partum on reproductive performance of Friesian cows. *Journal of animal and poultry production*, 2(8), 291-301 . <https://doi.org/10.21608/jappmu.2011.83382>.
- Hebbert, C., Soto-Navarro, S., Summers, A., Rodela, J., Urias, S., Brown, M. & Sullivan, L. (2019). Effect of supplementation of zinc sulfate or zinc methionine on growth, reproductive development, and immunocompetence of replacement Holstein heifers. *Journal of Animal Science*, 97 (S u p p l . 1) , 60 - 61 . <https://doi.org/10.1093/JAS/SKZ053.136>.
- Karkoodi, K., Chamani, M., Beheshti, M., Mirghaffari, S. & Azarfar, A. (2011). Effect of Organic Zinc, Manganese, Copper, and Selenium Chelates on Colostrum Production and Reproductive and Lameness Indices in Adequately Supplemented Holstein Cows. *Biological Trace Element Research*, 146, 42-46. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9216-5>.
- Kellogg, D., Socha, M., Tomlinson, D. & Johnson, A. (2003). Effects of Feeding Cobalt Glucoheptonate and Metal Specific Amino Acid Complexes of Zinc, Manganese, and Copper on Lactation and Reproductive Performance of Dairy Cows. *The Professional Animal Scientist*, 19(1), 1-9. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31367-X](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31367-X)
- Kirchhoff, A. A. (2015). *The effect of a supplemental trace mineral injection on developing beef bull and heifer reproduction* [Master's Thesis, Kansas State University]. <https://hdl.handle.net/2097/20367>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, C. A., Morgan, L. A., Sinclair, R. G. & Wilkinson, R. G. (2021). *Animal Nutrition*. England . Pearson . https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781408204276_A25051376.pdf.
- Md Amin, N. A., Sheikh Abdul Kadir, S. H., Arshad, A. H., Abdul Aziz, N., Abdul Nasir, N. A. & Ab Latip, N. (2022). Are Vitamin E Supplementation Beneficial for Female Gynaecology Health and Diseases? *Molecules*, 27 (6) , 1896 . <https://doi.org/10.3390/molecules27061896>
- Ministerio de Desarrollo Rural y riego (MIDAGRI). (2024). Boletín estadístico mensual el Agro en cifras. Diciembre 2023. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5941243/4024332-boletin-mensual-el-agro-en-cifras-diciembre-2023.pdf?v=1710003696>
- Ministerio de Desarrollo Rural y Riego (MIDAGRI). (2022). Leche y derivados. Dirección de Estudios Económicos. Dirección de Políticas Agrarias. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1405/1/Observatorio%20de>

- [%20Commodities%20Leche%20y%20Derivados_%20jul-set%202022.pdf](#)
- Mohapatra, P., Swain, R., Mishra, S., Sahoo, G., & Rout, K. (2012). Effect of supplementation of area-specific mineral mixture on reproductive performance of the cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82 (1 2) : 1 5 5 8 - 1 5 6 3 . <https://doi.org/10.56093/ijans.v82i12.25694>
- Perry, G., Perkins, S., Northrop, E., Rich, J., Epperson, K., Andrews, T., Kline, A., Quail, L., Walker, J., Wright, C., & Russell, J. (2021). Impact of trace mineral source on beef replacement heifer growth, reproductive development, and biomarkers of maternal recognition of pregnancy and embryo survival. *Journal of Animal Science*, 99 (7) , 1 - 8 . <https://doi.org/10.1093/jas/skab160>
- Pino, F., & Heinrichs, A. (2016). Effect of trace minerals and starch on digestibility and rumen fermentation in diets for dairy heifers. *Journal of dairy science*, 99 (4), 2797-2810. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10034>
- Rabiee, A., Lean, I., Stevenson, M., & Socha, M. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: a meta-analysis. *Journal of dairy science*, 93 (9) , 4 2 3 9 - 4 2 5 1 . <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3058>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], (2022). *Boletín climático nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02215SENA-112.pdf>
- Spears J. W. (2003). Trace mineral bioavailability in ruminants. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1506-15099. <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1506S>
- Stokes, R. S., Ralph, A. R., Mickna, A. J., Chapple, W. P., Schroeder, A. R., Ireland, F. A., & Shike, D. W. (2017). Effect of an injectable trace mineral at the initiation of a 14 day CIDR protocol on heifer performance and reproduction. *Translational animal science*, 1 (4) , 4 5 8 - 4 6 6 . <https://doi.org/10.2527/tas2017.0050>
- Suttle N. F. (2012). Copper imbalances in ruminants and humans: unexpected common ground. *Advances in nutrition*, 3(5), 666-674. <https://doi.org/10.3945/an.112.002220>
- Uchida, K., Mandebvu, P., Ballard, C., Sniffen, C., & Carter, M. (2001). Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 93(3-4), 193-203. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00279-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00279-6)
- Willmore, C. J., Hall, J. B., & Drewnoski, M. E. (2021). Effect of a Trace Mineral Injection on Performance and Trace Mineral Status of Beef Cows and Calves. *Animals*, 11(8), 2331. <https://doi.org/10.3390/ani11082331>