



División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Efecto de la suplementación de metionina protegida de la degradación ruminal sobre la presentación de enfermedades puerperales y el reinicio de actividad ovárica postparto.

Cruz Playas Jesus Alejandro

Matrícula: 2173026789

Asesor interno: Adrián Guzmán Sánchez

Número económico: 34155

Proyecto de investigación realizado en el laboratorio de Bioquímica de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco; entre el 2 de enero y el 2 de julio de 2023.

INTRODUCCIÓN

El periodo periparto, o periodo de transición es una de las fases más críticas en la vida productiva de las vacas lecheras ya que deben adaptarse a cambios metabólicos y fisiológicos durante la transición del final de la gestación al inicio de la lactación. Durante este periodo, debe considerarse el incremento necesario de nutrientes para reducir el impacto que tiene el balance energético negativo postparto sobre el organismo de los animales. Por ello, un balance metabólico adecuado es necesario para que se favorezca la inmunidad innata, respondiendo adecuadamente durante la involución uterina y la eliminación de microorganismos durante el postparto temprano (Cardoso et al., 2021; Guadagnin et al., 2021; Zhang et al., 2021; Varas & Bustamante, 2016).

Durante el periodo de transición las vacas también son sometidas a cambios en el medio relacionados al manejo, cambios en la formulación de la ración, de lugar o de grupos sociales que se convierten en factores predisponentes a una enfermedad y que, desde el enfoque del bienestar animal, son puntos de vista de gran preocupación (Varas & Bustamante, 2016).

Debido a las interacciones hormonales durante el parto (progesterona principalmente) se puede ocasionar una disminución en la producción de moco cervical, actividad miometrial, secreción glandular y actividad fagocítica de los neutrófilos en el útero; se genera una predisposición a problemas puerperales que deben considerarse en el postparto. Dentro de los principales se encuentran la retención placentaria, metritis, endometritis (clínica o subclínica) y la piometra (LeBlanc, 2008; Sheldon et al., 2006).

Estas enfermedades puerperales, además de provocar lesiones histológicas en el útero, retrasar la involución uterina y disminuir la supervivencia embrionaria debido a la infección bacteriana uterina, los productos bacterianos o la inflamación asociada, también suprimen la secreción de LH en la hipófisis que tiene como consecuencia modificar el crecimiento y la función folicular ovárica, interrumpiendo la ciclicidad postparto. El balance energético negativo (BEN) al que se someten las vacas en el postparto es otro factor que predispone al anestro porque los nutrientes se desvían a la producción de leche y el mantenimiento de las necesidades inherentes a las vacas. Lo anterior limita el número de folículos ováricos, el crecimiento del folículo dominante que interfiere con la ovulación y con ello la expresión del estro postparto (Meléndez & Risco, 2016; Peter et al., 2009; Sheldon et al., 2006).

La transición exitosa a la vez predispone una lactación exitosa y rentable, asociado a producción adecuada con un estado de salud óptimo que evite el sacrificio de las vacas a edades tempranas (Vailati-Riboni et al., 2017, Varas & Bustamante, 2016).

Los aminoácidos son parte importante en la modulación del sistema inmune porque son necesarios en la formación de moléculas importantes como inmunoglobulinas, citocinas o proteínas de unión a enzimas intracelulares que reducen la producción de especies reactivas de oxígeno. Tal es el caso de la metionina, que se ha relacionado con un aumento del glutatión (antioxidante) y se han reportado mejoras en biomarcadores plasmáticos de la inflamación como reducción de IL-1B y haptoglobina con un aumento de albúmina (Cardoso et al., 2021; Nelson & Bradford, 2022; Vailati-Riboni et al., 2017). Por ello, el objetivo esta investigación fue evaluar el efecto de la metionina protegida de la degradación ruminal sobre la eficiencia reproductiva postparto en vacas lecheras, haciendo hincapié en la presentación de problemas puerperales y en los parámetros postparto (días a primer servicio y días abiertos).

METODOLOGÍA

Animales y dietas

El experimento se realizó en un establo lechero ubicado en la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo. Se seleccionaron las vacas multíparas aparentemente sanas, excluyendo aquellas con lesiones en los miembros, con abortos, con partos gemelares y/o con mastitis clínica.

Después de dejar el área de vacas secas, las vacas fueron divididas en dos corrales: un corral para los animales control (CON) y otro corral para los animales suplementados con metionina (MET).

Todos los animales recibieron dietas idénticas al ingresar a los corrales CON y MET, donde se suplementó con la ración de metionina protegida de la degradación ruminal (Mepron® de Evonik; 10 gramos por vaca al día) sugerida por el fabricante. Las vacas fueron suplementadas individualmente con proporciones iguales entre las 7:00 y las 9:00 horas durante los 15 días previos a la fecha probable de parto y en los 45 días postparto.

Desempeño reproductivo postparto

Los parámetros del desempeño reproductivo analizados fueron los días a primer servicio (DPS: número de días desde el parto hasta la primera

inseminación artificial), días abiertos (DA, número de días desde el parto hasta la concepción) y número de servicios por concepción

Las patologías puerperales fueron diagnosticadas por el médico responsable del diagnóstico reproductivo dentro del establo, considerando retención placentaria y metritis; y en los casos pertinentes se anotaron los animales que fueron mandados a rastro.

Recolección de datos y análisis

Los parámetros de desempeño reproductivo se recopilieron durante los 45 días postparto de cada animal. Asimismo, los problemas puerperales que pudieran o no presentar los animales se registraron de forma consecutiva al diagnóstico del médico encargado.

Para determinar el efecto de la metionina sobre la presentación de enfermedades puerperales, se usó una prueba de chi-cuadrada, mientras que para determinar el efecto de tratamiento sobre los días a primer servicio, días abiertos y número de servicios por concepción se usó una prueba de t de student.

RESULTADOS

Los efectos de la suplementación con metionina protegida de la degradación ruminal se muestran en la tabla 1 y la tabla 2. En cada grupo se incluyeron 20 vacas lecheras multíparas de la raza Holstein y Jersey que fueron integrándose a los grupos de forma aleatoria de acuerdo con la fecha probable de parto (calculada con 275 días de gestación para ganado Holstein y 278 días para ganado Jersey).

Patologías puerperales

No se observó diferencia entre los tratamientos experimentales en cuanto a la presentación de: Metritis ($p=0.73$), retención placentaria ($p=0.54$) o animales que se fueron a rastro (Cuadro 1; $p=0.13$).

Cuadro 1. Efecto de la suplementación con metionina protegida de la degradación ruminal durante el periodo periparto (-15 días preparto a 45 días postparto) sobre la aparición de patologías puerperales tratables y no tratables.

	TRATAMIENTO ^a				Valor de p
	CON		MET		
	Sí	No	Sí	No	
Patología					
Metritis	7	13	6	14	0.73
Retención placentaria	2	18	1	19	0.54
Patología sin tratamiento					
Rastro	4	16	1	19	0.13

^aCON, grupo sin suplementación; MET, grupo suplementado con metionina protegida de la degradación ruminal

Desempeño reproductivo postparto

Los días a primer servicio y los días abiertos no presentan diferencias significativas ($p=0.76$) entre tratamientos. Es destacable que el número de servicios tiende a ser mayor en las vacas tratadas con metionina en comparación con el grupo control (Cuadro 2; $p=0.09$).

Cuadro 2. Efecto de la suplementación con metionina protegida de la degradación ruminal durante el periodo periparto sobre el desempeño reproductivo postparto.

	TRATAMIENTO		Valor de p
	CON	MET	
Parámetros reproductivos			
Días a primer servicio	65.88	63.68	0.76
No. de servicios	1.25	1.83	0.09
Días abiertos	65.62	77.2	0.3

DISCUSIÓN

Las patologías postparto, que se presentan en la lactación temprana principalmente tienen consecuencias significativas sobre el desempeño de los animales, iniciando con el desempeño reproductivo, el desempeño productivo y hasta en la supervivencia de los animales (Menta et al., 2022).

Patologías puerperales

De acuerdo con diversos estudios previamente hechos, está comprobado el efecto de la suplementación con metionina sobre el consumo de materia seca y la salud del ganado lechero. Sin embargo, en este estudio no se observó ningún efecto en la presentación de metritis o de retención

placentaria, coincidiendo con estudios previos (Batistel et al., 2017; Lee et al., 2019; Stangaferro et al., 2021; Toledo et al., 2023).

La incidencia de muertes (Rastro) tampoco muestra diferencia significativa entre tratamientos; pero las vacas que se mandaron a rastro en el grupo control (CON) (4/16; cuadro 1) permiten destacar la importancia de la metionina sobre el desempeño inmunológico durante el postparto temprano. Como Batistel et al. (2018) lo demuestra en un estudio donde se evaluó la capacidad fagocítica in vitro contra *Escherichia coli* el grupo que consumió metionina mostró un incremento considerable ($p=0.04$) en la capacidad fagocítica de los neutrófilos, células que forman parte de la primera línea de defensa del sistema inmune innato y que someten a procesos de fagocitosis y muerte a patógenos extraños. De manera similar lo prueba Stella et al. (2018) cuando analiza el tejido endometrial de vacas desde los 15 hasta los 73 días postparto, y encuentra que a los 15 dpp el grupo MET tiene un mejor porcentaje de células polimorfonucleares (45.59 vs 38.98; $p=0.09$) presentando la posibilidad de que los animales suplementados con metionina tienen una respuesta inmunológica temprana en el postparto que permite un mejor desempeño contra agentes extraños y con ello un retorno a la ciclicidad adecuado.

Desempeño reproductivo postparto

El balance energético que experimenta el ganado lechero en el postparto se relaciona con la actividad ovárica y por consiguiente afecta el desempeño reproductivo de los animales. Los días a primer servicio o días abiertos se ven influenciados por el balance energético negativo que pueden presentar las vacas altas productoras. Por lo tanto, al aumentar los días, la vaca se va alejando de tener una cría por año y una lactancia de 305 días.

En busca de mejorar los parámetros reproductivos, este estudio no encontró diferencias significativas en cuanto a días a primer servicio, días abiertos y número de servicios por concepción entre grupos experimentales. Similar a este estudio; Polan et al. (1991), al evaluar la respuesta productiva y la concentración plasmática de aminoácidos con diferentes fuentes de metionina y lisina, no encontró diferencias en los días a primer servicio ni en los servicios por concepción a través de los grupos experimentales. En contraste, Ardalan et al. (2010) demostró diferencias significativas ($p<0.05$) con la reducción de los días abiertos y de los servicios por concepción.

CONCLUSIÓN

En general, la suplementación con metionina en el periparto de vacas lecheras provee una mejoría en la supervivencia postparto; asociado a un aumento en la respuesta inmune innata. Mientras que la suplementación parece no afectar los parámetros reproductivos postparto; con relación probable al número de animales utilizados en este estudio. Estos resultados podrán ser más relevantes con un número de animales mayor, trabajando con una sola raza, creando más grupos experimentales y analizando a profundidad las características de la dieta.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, Alejandra, por la guía y el apoyo incondicional brindado desde el inicio.

A mi novia, Jocelyn, por acompañarme durante los procesos aún a la distancia.

A mi abuelo, Bulmaro, por guiarme para ser una mejor persona.

Al laboratorio de Bioquímica de la Reproducción de UAM Xochimilco, por el apoyo para concluir esta investigación.

Investigación realizada en el establo 159 y 160 de la cuenca lechera de Tizayuca, parte de la División Agropecuaria del Grupo Empresarial Núñez. El autor agradece por el apoyo y la oportunidad de trabajar y mejorar en su formación como Médico Veterinario Zootecnista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardalan, M., Rezayazdi, K., & Dehghan-Banadaky, M. (2010). Effect of rumen-protected choline and methionine on physiological and metabolic disorders and reproductive indices of dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94(6), e259-e265. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2009.00966.x>
- Batistel, F., Arroyo, J. M., Bellingeri, A., Wang, L., Saremi, B., Parys, C., Trevisi, E., Cardoso, F., & Loor, J. J. (2017). Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7455-7467. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12689>
- Batistel, F., Arroyo, J. M., Garcés, C., Trevisi, E., Parys, C., Ballou, M., Cardoso, F., & Loor, J. J. (2018). Ethyl-cellulose rumen-protected methionine alleviates inflammation and oxidative stress and improves neutrophil function during

the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 480-490. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13185>

- Cardoso, F. F., Donkin, S. S., Pereira, M. N., Pereira, R. A., Peconick, A. P., Santos, J. P., Silva, R. B., Caproni, V. R., Parys, C. & Danes, M. A. (2021). Effect of protein level and methionine supplementation on dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5467-5478. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19181>

- Guadagnin, A., Velasco-Acosta, D., Stella, S., Luchini, D. & Cardoso, F. (2021). Methionine supply during the peripartum period and early lactation alter immunometabolic gene expression in cytological smear and endometrial tissue of holstein cows. *Theriogenology*, 173, 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.07.013>

- LeBlanc, S. J. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, 176(1), 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.019>

- Lee, C., Lobos, N., & Weiss, W. (2019). Effects of supplementing rumen-protected lysine and methionine during prepartum and postpartum periods on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11026-11039. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17125>

- Melendez, P. & Risco, C. (2016). Reproduction, Events and Management: Pregnancy: Periparturient Disorders. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 1031-1037. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.01048-9>

- Menta, P., Machado, V., Piñeiro, J., Thatcher, W., Santos, J. E. P., & Vieira-Neto, A. (2022). Heat stress during the transition period is associated with impaired production, reproduction, and survival in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 4474-4489. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21185>

- Nelson, C. D. & Bradford, B. J. (2022). Nutrition, Digestion and Absorption: Nutritional and Immunological Interactions. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 427-439. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00038-6>

- Peter, A., Vos, P. & Ambrose, D. (2009). Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*, 71(9), 1333-1342. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.11.012>

- Polan, C. E., Cummins, K. A., Sniffen, C. J., Muscato, T. V., Vicini, J. L., Crooker, B. A., Clark, J. H., Johnson, D. G., Otterby, D. E., Guillaume, B., Muller, L. D., Varga, G. A., Murray, R. A., Peirce-Sandner, S. B. (1991). Responses of dairy

cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine. *Journal of Dairy Science* 74, 2997–3013.

- Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S. & Gilbert, R. O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65(8), 1516-1530. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.021>

- Stangaferro, M., Toledo, M. Z., Gennari, R., Pérez, M. M., Gamarra, C. A., Sitko, E., Monteiro, P. L. J., Masello, M., Prata, A. B., Granados, G., Van Amburgh, M., Luchini, D., Shaver, R., Wiltbank, M. C., & Giordano, J. (2021). Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum on reproductive outcomes of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(10), 11210-11225. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20190>

- Stella, S., Velasco-Acosta, D., Skenandore, C., Zhou, Z., Steelman, A. J., Luchini, D., & Cardoso, F. (2018). Improved uterine immune mediators in Holstein cows supplemented with rumen-protected methionine and discovery of neutrophil extracellular traps (NET). *Theriogenology*, 114, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.033>

- Toledo, M. Z., Stangaferro, M., Oliveira, R. C., Monteiro, P. L. J., Gennari, R., Luchini, D., Shaver, R., Giordano, J., & Wiltbank, M. C. (2023). Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum in multiparous Holstein cows: health disorders and interactions with production and reproduction. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 2137-2152. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21950>

- Vailati-Riboni, M., Zhou, Z., Jacometo, C., Minuti, A., Trevisi, E., Luchini, D. & Loor, J. (2017). Supplementation with rumen-protected methionine or choline during the transition period influences whole-blood immune response in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3958-3968. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11812>

- Varas, P. S. & Bustamante, H. (2016). Bienestar de la vaca lechera. En *Bienestar animal* (3a ed., p. 41). Rojas, D. M., Calvo, A. V., Canén, S. H. & Cajiao, M. N. Elsevier.

- Zhang, X., Li, X., Wu, J., Jiao, J., He, Z., Tan, Z. & Han, X. (2021). Rumen-protected glucose supplementation in transition dairy cows shifts fermentation patterns and enhances mucosal immunity. *Animal Nutrition*, 7(4), 1182-1188. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.08.002>