

Efecto de la fuente de suplementación de Selenio en parámetros productivos e incidencia de mastitis de vacas lecheras múltiparas

Ingrid M. Rivadeneira P., Jefferson A. Benítez, Diego A. Vela T., Christian H. Ponce L.¹

¹Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE. Avenida General Rumiñahui s/n, P.O. Box 171-5-231B, Sangolquí, Ecuador.

²E-mail: chponce@espe.edu.ec

RESUMEN

El selenio (Se) es un micronutriente esencial que interviene en las defensas antioxidantes. Por ende el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del tipo de Se mediante una inyección parenteral, sobre parámetros reproductivos, productivos y calidad de leche. Un total de 17 vacas lactantes fueron utilizadas en este estudio durante 28 días; los animales fueron estratificados de acuerdo al número de partos y asignados aleatoriamente a 3 tratamientos: 1) selenito de sodio (SeNa); 2) selenato de bario (SeBa); 3) control (Ctrl). Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos sobre la producción de leche ($p= 0,004$). Animales que recibieron suplementación de SeBa produjeron más leche que animales suministrados SeNa. El SeBa presentó mayor porcentaje de grasa ($p= 0,033$) y sólidos totales ($p= 0,032$). Se observaron diferencias significativas para la cantidad de grasa en la semana 1 y producción de leche en la semana 3 entre los tratamientos SeNa y SeBa, siendo mayor el SeBa ($p= 0,045$; $p= 0,018$, respectivamente). Los resultados de este estudio sugieren que el SeBa puede tener efectos beneficiosos sobre la cantidad de grasa y de sólidos totales, mas no en la producción de leche, para lo cual se requieren de investigaciones que determinen si el SeBa presenta una relación sobre la producción y calidad de leche.

Palabras clave.- Células somáticas, mastitis, selenio.

ABSTRACT

Selenium is an essential micronutrient involved in antioxidant defenses. Therefore the objective of this study is to evaluate the effect of the selenium by parenteral injection, on reproductive, production parameters and quality of milk. A total of 17 lactating cows were used in this study for 28 days; the animals were stratified according to parity and randomly assigned to 3

treatments: 1) sodium selenite (SeNa); 2) barium selenate (SeBa); 3) Control (Ctrl). Significant differences were found between treatments with respect the milk production ($p= 0,004$), with control being followed by SeBa the most production. The higher fat percentage was SeBa ($p= 0,033$) and total solids ($p= 0,0315$). Significant difference were observed to the amount of fat in week 1 and milk production in week 3 between the SeNa and SeBa treatments, being higher SeBa ($p= 0,0448$, $p= 0,0177$, respectively). The results of this study suggest that SeBa could have beneficial effects on the amount of fat and total solids, but not in milk production, for which research is required to determine whether the SeBa show a relation between production and milk quality.

Key words.- Somatic cells, mastitis, selenium.

ISSN 1390-3004

Recibido: 05-08-2015

Aceptado: 21-08-2015

INTRODUCCIÓN

Se es un micronutriente esencial, el que conjuntamente a la vitamina A, vitamina C, vitamina E, zinc, hierro, cobre y magnesio intervienen en las defensas antioxidantes del organismo (Bendich, 1993; NRC, Nutrient requirements of dairy cattle, 2001). El sistema intenta mantener bajo los niveles de radicales libres debido a que estos son compuestos altamente reactivos que se producen en los procesos metabólicos normales. Sin embargo cuando la producción de radicales libres supera la velocidad de inactivación se produce un estrés oxidativo el cual está asociado con desordenes productivos y reproductivos (e.g. retención de placenta, metritis postparto, mastitis).

Actualmente se realiza la aplicación de Se vía parenteral para tratar de disminuir los problemas reproductivos posparto y mejorar la fertilidad. El periodo de posparto en vacas lecheras es crítico ya que es un momento de intenso estrés por lo cual baja el consumo de alimento, además los mecanismos de defensa no actúan con eficacia.

Se es un micronutriente esencial siendo este elemento necesario para el mantenimiento de la salud y reproducción (Lopez *et al.*, 1997), este elemento forma parte de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px) la cual, en cooperación con la vitamina E, son capaces de disminuir el envejecimiento celular (Villanueva, 2011).

Se es un componente de la enzima glutatión-peroxidasa y la vitamina E que se encuentran en las células, la primera en el citoplasma y la segunda en la membrana (Smith *et al.*, 1997). Tanto los radicales del oxígeno como los peróxidos son extremadamente tóxicos producidos a nivel celular del organismo pudiendo reaccionar con ácidos nucleicos causando mutaciones, con enzimas desactivándolas, con ácidos grasos causando desestabilidad de la membrana biológica, las proteínas, los ácidos nucleicos y a enzimas presentes en las células. Los peróxidos se producen durante la degradación lipídica

(lipólisis) y en particular a partir de los ácidos grasos poliinsaturados. El GSH (glutati6n reducido) desarrolla su actividad antioxidante manteniendo baja la concentraci6n de per6xidos a nivel celular. La acumulaci6n de dichos per6xidos y de radicales libres daa6n las c6lulas hasta provocar su muerte (Smith *et al.*, 1998).

Selenio tisular es componente de Glutation Peroxidasa (GSH-Px), enzima que destruye el per6xido (H_2O_2) convirti6ndolo en H_2O en el citosol mientras que la vitamina E cumple esta funci6n en la membrana celular. Los neutr6filos, macr6fagos y linfocitos no pueden destruir la bacteria fagocitada a menos que produzcan diferentes tipos de ox6geno reactivo (OR!). Mientras que la producci6n de OR! es esencial para la acci6n bactericida del neutr6filo, los OR! pueden daa6n las c6lulas hospederas. Los animales desarrollaron sistemas de antioxidantes para controlar el daa6o de los OR!; la vitamina E y 6l Se tienen funci6n antioxidante (Fantone & Ward, 1982).

Los pastos por lo general no logran suplir las necesidades de Se requeridos por vacas (Sanchez, 2007) que es de 0,3 ppm (NRC, 2001). La administraci6n de Se alrededor de 15 d6as antes del parto es una pr6ctica com6n para mejorar la salud reproductiva del animal, pese a esto en el Ecuador no se ha tomado en cuenta el efecto del Se en el 6mbito productivo.

El selenato de bario es un producto de lenta liberaci6n en el animal, lo que hace que su efecto se prolongue a trav6s del tiempo. Comparaciones directas con otra fuente de Se en vacas en el periodo del periparto, no se han realizado a cabo. Por ende, el objetivo de la presente investigaci6n es observar el efecto que tiene la aplicaci6n parenteral de selenito de sodio y selenito de bario en la prevalencia de mastitis, par6metros productivos y calidad de leche de vacas en producci6n.

METODOLOGÍA

Todos los animales utilizados en el presente experimento fueron tratados mediante la "Guía para el cuidado y uso de animales agr6colas en investigaci6n y ense6anza" de la Federaci6n de Sociedades de Ciencia Animal (FASS, 2010).

El ensayo se llev6 a cabo en la hacienda El Prado, valle de Sangolqui, Ecuador (Latitud: $0^{\circ} 23' 15,66''$ S; Longitud: $78^{\circ} 24' 51,40''$ O; Altitud: 2 748 m; Temperatura: $24,2^{\circ}C$) (Arce, 2009). Dieciocho vacas gestantes (PV= 570 ± 20 kg), fueron asignadas aleatoriamente a 3 grupos: Control (Ctrl, No inyecci6n de Se), selenito de sodio (SeNa, 5,4 mg de Se; Seleben E® de laboratorios Maymo) y selenato de bario (SeBa, 128 mg de Se; Selenate L.A.® de laboratorios Bimeda). Los tratamientos fueron aplicados 15 d6as antes de la fecha esperada del parto con una dosis 6nica de 7 ml vaca⁻¹ (dosis recomendadas por la casa comercial). Los animales fueron estratificados seg6n el n6mero de parto, peso y fecha anticipada de parto. Todas las vacas

parieron dentro de un periodo de 2 semanas (i.e., agosto a octubre) y los terneros fueron destetados dentro de 2 a 3 días después del parto.

Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día y se monitoreo la producción (diariamente) y calidad (semanalmente durante dos días consecutivos) de la leche (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales), se utilizó el equipo Ekomilk en el cual se analizaron 10 ml de leche por cada muestra con 3 repeticiones, entre cada muestra se colocó agua. la presencia de mastitis se evaluó semanalmente hasta 30 días después del parto, se analizó mediante el reactivo CMT el cual es indicador de células somáticas tomando como casos positivos a la prevalencia de mastitis los valores de 1 (precipitación leve), 2 (forma espesa), 3 (adherida a la paleta), 4 (con presencia de grumos). A lo largo de la duración del experimento, las vacas pastaron dentro de un solo grupo dentro del ható.

El potrero donde estuvieron los animales estuvo compuesto primariamente por kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Durante el periodo experimental, se excluyeron a las vacas que presentaron abortos (i.e. 1).

Los datos fueron analizados bajo un DBCA usando *ProcMixed* de SAS. El modelo incluyo el efecto fijo del tratamiento y el efecto *random* el bloque. Las medias fueron separadas usando contrastes pre-planeados. Respuestas fueron declaradas significativas cuando $p < 0,05$. Datos de variables no paramétricas (i.e. prevalencia de mastitis) fueron evaluadas por análisis de χ^2 usando el procedimiento *FREQ* de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación de Se, no tuvo ningún efecto significativo en la producción de leche durante cada semana del transcurso del experimento ($p > 0,0527$, Tabla 1). La concentración de grasa durante la semana 1 del experimento fue superior en vacas expuestas a SeBa comparado a SeNa ($p = 0,045$). Adicionalmente, durante la segunda semana, SeBa presentó concentraciones superiores de grasa que Ctrl ($p = 0,022$). Para las otras semanas, Suplementación de Se (i.e. indistintamente de la fuente) no tuvo ningún efecto en la grasa. Durante la tercera semana del ensayo, vacas pertenecientes al grupo SeBa, presentaron concentraciones superiores de proteína con relación a vacas suplementadas con SeNa ($p = 0,018$). Sin embargo, la concentración de proteína en la leche no fue afectada por suplementación de Se en las otras semanas del experimento. El incremento en la grasa y proteína podría estar relacionado por la acción del Se debido a que mantiene bajos los niveles de radicales libres que en el caso de los lípidos se adhieren a un carbono de la cadena alquilo de un ácido, fragmentándolo haciendo que se pierda su funcionalidad, de la misma forma en las proteínas los radicales libres peroxidan la cadenas de aminoácidos alterando su membrana y su funcionalidad (Castillo *et al.*, 2001).

Tabla 1. Efectos de la fuente de Se en parámetros productivos y calidad de la leche en vacas multíparas.

	Tratamientos ¹			Error estándar	Contrastes ²		
	SeNa ²	SeBa ²	Ctrl ²		p valor		
					1	2	3
d 0_7 ³							
Producción L	12,27	14,94	14,21	1,3	0,1122	0,2452	0,6449
Grasa %	4,2	5,03	4,73	0,34	0,0448	0,2001	0,4274
Proteína %	3,23	3,21	3,23	0,26	0,9562	0,9867	0,94
Sólidos totales %	12,37	13,41	13,16	0,48	0,0719	0,1678	0,6459
Lactosa %	4,96	5,16	5,19	0,29	0,616	0,5458	0,9137
d 8_14 ³							
Producción L	14,82	17,04	17,76	1,3	0,1846	0,0816	0,6517
Grasa %	4,23	4,88	3,97	0,34	0,1131	0,5333	0,0222
Proteína %	3,09	3,16	3,03	0,26	0,8113	0,8557	0,6579
Sólidos totales %	11,89	12,78	11,95	0,48	0,121	0,9234	0,1251
Lactosa %	4,6	4,73	4,93	0,29	0,7216	0,3769	0,5773
d 15_21 ³							
Producción L	14,87	16,78	17,88	1,3	0,2546	0,0756	0,4894
Grasa %	3,52	3,96	3,8	0,34	0,2793	0,4824	0,6861
Proteína %	3,04	3,78	3,37	0,26	0,0177	0,2793	0,159
Sólidos totales %	11,43	12,04	11,87	0,48	0,2861	0,4333	0,7628
Lactosa %	4,89	4,28	4,69	0,29	0,1178	0,6019	0,2672
d 22_28 ³							
Producción L	14,19	16,61	17,47	1,3	0,1488	0,0527	0,5882
Grasa %	3,74	3,84	3,59	0,34	0,7967	0,7182	0,5153
Proteína %	3,02	3,34	3,38	0,26	0,2876	0,2277	0,878
Sólidos totales %	11,45	12,01	11,65	0,48	0,3249	0,7268	0,5015
Lactosa %	4,71	4,82	4,66	0,29	0,7837	0,8958	0,669

¹SeNa= selenito de sodio, SeBa= selenato de bario, Ctrl= control, ² Contrastes entre tratamientos: 1= SeNa vs. SeBa, 2= SeNa vs. Ctrl, 3= SeBa vs. Ctrl., ³Días después del parto

La producción de leche durante todo el periodo del experimento y la concentración de sus componentes se detallan en la tabla 2 (*i.e.* durante las 4 semanas). Vacas suplementadas con SeBa produjeron un 16 % más de leche que vacas expuestas a SeNa ($p= 0,008$) pero no tuvieron diferencias con las vacas del grupo Ctrl. Es desconocida la razón por la que los animales inyectados con SeNa tuvieron una baja producción de leche, lo que amerita futura exploración. En cuanto a parámetros de calidad de leche, la fuente de Se no tuvo efecto en el contenido de proteína y lactosa ($p \geq 0,197$). El contenido de grasa y de sólidos totales fue afectado por la fuente de Se. Vacas

del tratamiento SeBa, tuvieron un 12 % y 5 % más de grasa y de sólidos totales, respectivamente que las vacas del grupo SeNa y Ctrl ($p \leq 0,033$). Lo cual es de suma importancia ya que en la actualidad el precio de la leche está regido por la cantidad de grasa y de proteína, variando su precio desde 0,30 ctvs. a una leche de baja calidad (grasa < 3,0 %; sólidos totales < 11,3 %) hasta 0,47 ctvs. a leche de buena calidad (grasa > 3,5 %; sólidos totales > 12,2%) (Calderon *et al.* 2006), por lo cual la suplementación del tipo de Se es de relevancia económica. En este estudio el precio aproximado que presentó la leche por suplementación de SeNa el precio fue de 0,41 ctvs., en el control 0,42 ctvs., y se observó un notable aumento en el SeBa con un valor de 0,44 ctvs. por litro de leche.

Tabla 2: Efectos de la fuente de Se en parámetros productivos y calidad de la leche en vacas multíparas.

	Tratamiento ¹			EEM ²	Significancia
	Ctrl	SeNa	SeBa		
Producción Leche, kg	16,8 ^a	14,0 ^b	16,3 ^a	0,77	0,004
Grasa, %	4,0 ^b	3,9 ^b	4,4 ^a	0,24	0,033
Proteína, %	3,3	3,1	3,4	0,18	0,197
Lactosa, %	4,9	4,8	4,8	0,18	0,789
Solidos Totales, %	12,2 ^b	11,8 ^b	12,6 ^a	0,11	0,033

¹SeNa=selenito de sodio, SeBa=selenato de bario, Ctrl=control, Se fue inyectado vía s.c. (a dosis recomendada por el fabricante) 21 días antes de la fecha esperada del parto,

²Error estándar de la media. Filas con diferente letra difieren estadísticamente al 0,05

Los resultados coinciden con otros experimentos en los cuales la utilización de Se en bovinos fue beneficiosa en parámetros productivos y económicos, aumentando así la producción de leche (Guerra, *et al.* 2009).

El periparto es un periodo de estrés ya que existe una disminución en el consumo de alimento, la condición corporal se encuentra baja y el animal está en balance energético negativo, por lo cual el sistema inmune se deprime y esto conlleva a que se encuentre más susceptible a contraer enfermedades como mastitis.

La incidencia de mastitis no fue significativamente alterada por la fuente de Se ($p \geq 0,345$) pero los animales que recibieron este elemento (i.e. indistintamente de la fuente) expresaron numéricamente tasas más bajas de mastitis (3,54 vs 12,5 %, Tabla 3), esto puede ser, debido a que en el sistema inmune del animal, los neutrófilos fagocitan a las bacterias, en esta reacción química se produce una alta concentración de radicales libres, los cuales ayudan a la muerte bacteriana, pero estos radicales libres son controlados por la acción antioxidante del Se.

Tabla 3. Porcentaje de prevalencia de mastitis.

	Prevalencia de mastitis (%)			
	Semana ²			
	1	2	3	4
SeNa ¹	0	0	17	0
SeBa ¹	8	0	0	0
Ctrl ¹	25	20	5	10

¹SeNa= Selenito de sodio, SeBa= Selenato de bario, Ctrl= control

²Después del parto.

CONCLUSIONES

- Futuras investigaciones con un tamaño de muestra superior son necesarias para mejorar la información sobre el efecto de la fuente de Se en la incidencia de mastitis.
- La administración de Se es un tratamiento preventivo, con el cual refuerza el sistema inmune del animal preparándolo para los desbalances propios del periparto. Por lo cual la administración de Se podría ser económicamente más rentable que curar los posibles problemas postparto como la mastitis. El precio de cada dosis de SeBa fue de 1,12 USD vaca⁻¹, los cual presenta una mínima inversión al momento de tratar problemas subsecuentes a un mal manejo de los animales.
- En el Ecuador no existen estudios acerca del efecto de la suministración de selenio en la calidad de leche, ya que solamente se ha tomado en cuenta a los factores sanitarios como es la prevalencia de mastitis, por lo cual más estudios referentes a la calidad de leche son necesarios para determinar los beneficios de la suministración de selenio en el periodo de periparto.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por el programa Prometeo de la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República del Ecuador. Agradecemos de manera especial a EL Agro por la donación del producto.

REFERENCIAS

- Arce-C, M.** 2009. Normal climática y distribución de la precipitación en la hacienda El Prado-IASA, serie 1998-2008. *Bol. Téc. 8, Ser. Zool.* 4-5: 130-132.
- Bendich, A.** 1993. Physiological role of antioxidants in the immune system. *J. Dairy Sci*, 2789-2794.
- Calderón, A., F. García & G. Martínez.** 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 11 (1): 725-737.

- Castillo, C., J. Benedito, A. Lopez, M. Miranda & J. Hernández.** 2001. Importancia del estrés oxidativo en ganado vacuno: en relación con el estado fisiológico (preñez y parto) y la nutrición. *Arch. med. vet.* 33 (1): 5-20.
- Fantone, J.C. & P.A. Ward.** 1982. Role of oxygen - derived free radicals and metabolites in leukocytes - dependent inflammatory reactions. *Am. J. Pathol*, 107 (3): 107-397.
- FASS.** 2010. *Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching*. Third rev. ed. Champaign, Il. Federation of Animal Science Societies. Estados Unidos de América.
- Guerra, J.E., J.A. Saltijeral, G.L. Rodriguez, I.A. Cordova, V.H. Castañeda, S.J. Castro y otros.** 2009. Producción lechera en vacas suplementadas con selenio y vitamina E. *Memorias de reunion internacional sobre producción de carne y leche en climas calidos*, 159-161.
- Lopez, A. M., M. Miranda, J. Hernández, C. Castillo & J. Hernández.** 1997. Glutación peroxidasa (GSH-Px) en las patologías asociadas a deficiencias de selenio en rumiantes. *Arch. med. vet.* 29 (2): 171-180.
- NRC.** 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. *National Academy Press*, 408.
- Sanchez, J.** 2007. Utilizacion eficiente de pasturas tropicales en ganado lechero. *XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*.
- Smith, K.L., J.S. Hogan & W.P. Weiss.** 1997. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. *J. Anim. Sci*, 75 (6): 1659-1665.
- Smith, K.L., W.P. Weiss, & J.S. Hogan,** 1998. Influence of vitamin E and selenium on mastitis and milk quality in dairy cows. *Proc. Mid-South Rum. Nutr. Conference. Fort Worth Airport, Texas*.
- Villanueva, J.C.** 2011. Nutricion del ganado: selenio. *Web site*. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/147-selenio.pdf. Consultado: 2015.