

Efecto de la suplementación con selenio sobre la presencia de mastitis en vacas lecheras

Effect of selenium supplementation on the presence of mastitis in dairy cows

Ramos¹, A.E., Cseh², S.B. y Paolicchi², F.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata
Unidad Integrada: Fac.Cs.Agr., UNMdP- INTA Balcarce

Resumen

La mastitis es la enfermedad infectocontagiosa de mayor relevancia en la producción lechera. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar el efecto de la suplementación con selenio mediante variaciones de la actividad enzimática de la glutatión peroxidasa; detectar una posible interacción entre la suplementación y la antibióticoterapia de rutina aplicada durante la lactancia y hallar una relación entre concentraciones de oligoelementos y presencia de mastitis clínica en vacas lecheras. Se trabajó con 50 animales adultos entre tercera y cuarta lactancia, divididos en cinco grupos de acuerdo a su sanidad y tratamiento: Grupo 1: 10 animales sanos (sin mastitis), Grupo 2: 10 animales con mastitis y suplementados con selenio, Grupo 3: 10 animales con mastitis y tratados con antibióticos, Grupo 4: 10 animales con mastitis, suplementados con selenio y tratados con antibióticos, y Grupo 5: 10 animales con mastitis. Se efectuaron dos muestreos, uno en sangre para medir la actividad de la glutatión peroxidasa, contenido de cobre, hierro y zinc y otro en leche para realizar la medición de indicadores de salud de la ubre: recuento de células somáticas y unidades formadoras de colonias. La presencia de mastitis clínica en vacas lecheras se vinculó con bajos niveles de actividad de glutatión peroxidasa y los indicadores de salud de la ubre mostraron una tendencia a incrementar a medida que el nivel de actividad de la enzima disminuía. El efecto de la suplementación con selenio se evidenció mediante un incremento en la actividad de la glutatión peroxidasa. Sin embargo, no mejoró el estado de salud de los animales ni el recuento de células somáticas o el número de unidades formadoras de colonias/ml de leche. Esto indicaría que la suplementación con selenio podría utilizarse sólo como una herramienta auxiliar en la maximización de la respuesta inmune del animal, pero no para sustituir la implementación de las medidas tradicionales de control de mastitis. El tratamiento con antibiótico no modificó en ningún caso el efecto de la suplementación con selenio.

Palabras clave: selenio, mastitis, glutatión peroxidasa, vaca lechera.

Summary

Mastitis is the infectious disease of greater relevance in milk production. The objectives of this work were: to determinate the effect selenium supplementation analysing an variation the

Recibido: abril de 2008

Aceptado: junio de 2009

1. Becario. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP.

2. Unidad Integrada: Departamento de Producción Animal, INTA Balcarce; Facultad de Cs. Agrarias, UNMdP. C.C. 276, Ruta 226 Km 73.5 C.P. 7620, Balcarce. Buenos Aires. Correspondencia a: scseh@balcarce.inta.gov.ar

enzymatic activity of glutathione peroxidase, to detect a possible interaction between the supplementation and the antibiotic therapy applied during lactation and commonly to find a relation between concentrations of trace minerals and the presence of clinical mastitis in dairy cows. 50 adult animals were divided on five groups according to their health and treatment: Group 1: 10 healthy animals (without mastitis), Group 2: 10 animals with mastitis and supplemented with selenium, Group 3: 10 animals with mastitis and to treat with antibiotics, Group 4: 10 animals with mastitis, supplemented with selenium and to treat with antibiotics, and Group 5: 10 animals with mastitis. Two samples were taken one from blood, to measure glutathione peroxidase activity, copper, iron and zinc and another one in milk to estimate udder health indicators: count of somatic cells and colony forming units. La presence of clinical mastitis in dairy cows entailed with low levels of glutathione activity, udder health indicators showed a tendency to increase as the enzymatic activity decreased. The effect of selenium supplementation was demonstrated by means of an increase in the activity of glutathione peroxidase. Nevertheless, it did not improve the state of health of the animals nor the count of somatic cells or the number colony forming unit/ml of milk. This would indicate that selenium supplementation could be used only an auxiliary tool in the maximization of the immune response of the animal, since it can replace the implementation of the traditional measures of mastitis control. The treatment with antibiotic did not affect in any case the effect selenium supplementation.

Key words: selenium, mastitis, glutathione peroxidase, dairy cow.

Introducción

La mastitis es una de las limitantes más importantes en la producción lechera en todo el mundo. Se estima que debido a la menor producción de leche, mayores costos por reemplazo de animales y empleo de antibióticos, leche descartada debido a tratamientos con antibióticos, gastos por servicios veterinarios y trabajo extra, la capacidad productiva anual de las explotaciones lecheras disminuye el 11% (Calvinho y Tarabla, 1997).

La mastitis es una enfermedad infectocontagiosa multicausal que se produce en respuesta a la invasión de la glándula mamaria a través del canal del pezón por diferentes microorganismos. En la literatura son citados 137 agentes etiológicos (Watts, 1998) que incluyen bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y también algunos virus; sin embargo las mastitis de origen bacteriano son las más frecuentes (Costa et al., 1995; Langoni et al., 1998).

El desarrollo de una infección intramamaria (IIM) y la respuesta del tejido mamario a la presencia de los organismos patógenos dependen de la velocidad de multiplicación y del tipo y concentración de factores de virulencia

del patógeno, así como también de la efectividad de los mecanismos de defensa del sistema inmunológico de la vaca. Por eso, es importante reforzar estos mecanismos durante la vida del animal (Nemec et al., 1990; Finch y Turner, 1996).

Gross y Newberne (1980) afirmaron: "durante años el rol de los iones inorgánicos y minerales en el sistema inmunitario ha sido seriamente ignorado". A partir de esa fecha se ha generado variada información sobre el papel de los minerales como el cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y selenio (Se) en la salud en general y en el sistema inmunológico en particular.

Se sabe que la deficiencia de Se provoca una alteración en el funcionamiento normal del sistema inmunitario (Grasso et al., 1990). El Se, micronutriente esencial en los animales, está presente en los tejidos y es constituyente de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px). La forma citosólica de la GSH-Px (EC 1.11.1.9), cuya función es catalizar la reducción del peróxido de hidrógeno y de varios peróxidos orgánicos solubles, fue la primera selenoproteína identificada (Rotruck et al., 1972).

La deficiencia de Se se traduce en una disminución de la actividad de esta enzima, dejando a la célula expuesta a la acción nociva de radicales oxigenados reactivos que alteran la estructura de lípidos, proteínas, polisacáridos y DNA (Miller et al., 1993). La peroxidación provoca alteraciones en mitocondria, lisosoma, estructura celular, permeabilidad de membrana y funcionalidad enzimática (Combs et al., 1975).

El estrés oxidativo, producto de la deficiencia de Se, se ha asociado a su vez con la presentación de mastitis (Van Saun, 1990; Eicken et al., 1992). La suplementación con este oligoelemento favorecería la disminución del recuento celular somático en rodeos con alta incidencia de mastitis, provocando de este modo un descenso en la incidencia de la enfermedad (Erskine et al., 1990; Weiss, 1990).

Medidas de higiene durante el ordeño, incluyendo la desinfección de pezones y descarte de animales con IIM crónicas, constituyen alternativas para el control preventivo de la mastitis en rodeos lecheros.

A pesar de la correcta implementación de estas medidas, las mismas no suelen ser suficientes para evitar el desarrollo de infecciones y es por eso que la terapia antibiótica constituye actualmente uno de los pilares de los programas de control. Sin embargo, son riesgosas para la salud pública. La contaminación de la leche con residuos de antibióticos puede ser perjudicial para personas alérgicas y contribuir a la generación de cepas resistentes de organismos patógenos (Mlot, 2000). También perjudica a la industria láctea, pudiendo comprometer la industrialización de la leche, por la acción inhibidora sobre los cultivos iniciadores de productos derivados de la fermentación (Calvinho y Tarabla, 1997).

Un adecuado aporte de Se proveería a los sistemas de producción de una herramienta alternativa para el control preventivo de esta patología, ya que podría disminuir la necesidad de aplicación de antibióticos durante la lactancia, e interaccionar con estos disminuyendo la gravedad de las infecciones y acortando los tiempos de recuperación del tejido secretor.

Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el efecto terapéutico de la suplementación con Se, midiendo la actividad de la enzima GSH-Px en sangre; detectar una posible interacción entre la suplementación y la antibióticoterapia de rutina aplicada durante la lactancia y hallar una relación entre concentraciones de oligoelementos y presencia de mastitis clínica en vacas lecheras.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron 40 vacas adultas, Holando Argentino entre tercera y cuarta lactancia y entre el quinto y el séptimo mes de la misma. Los animales presentaban alguno de sus cuartos mamarios con cuadros de mastitis clínica. Se eligieron además, 10 animales con las mismas características pero sin mastitis. Los rodeos lecheros en producción estaban ubicados en el Departamento de Las Colonias, Santa Fe.

Los rodeos fueron divididos de acuerdo al estado sanitario de la glándula mamaria y a la suplementación en cinco grupos: *Grupo 1*: 10 animales sanos (sin mastitis), *Grupo 2*: 10 animales con mastitis y suplementados con Se, *Grupo 3*: 10 animales con mastitis y tratados con antibióticos (AB), *Grupo 4*: 10 animales con mastitis, suplementados con Se y tratados con AB y *Grupo 5*: 10 animales con mastitis y sin tratamiento alguno.

La suplementación con Se se realizó vía parenteral, utilizando una suspensión comercial inyectable de selenito de sodio con vitaminas A, D y E (dosis: 25 ml/animal). El tratamiento con AB se aplicó al cuarto mamario afectado y consistió en una solución comercial de espiramicina, neomicina y flumetasona. Ambos tratamientos se administraron una sola vez.

El ensayo duró 110 días, desde fines de noviembre hasta mediados de marzo.

De cada animal se obtuvieron dos muestras de sangre y una de leche del cuarto afectado, en el caso de las vacas enfermas; las muestras fueron tomadas en períodos diferentes. También se obtuvieron de cada uno de los tambos muestras de agua de bebida y del forraje que consumían los animales.

Una muestra de sangre de cada animal se colocó en tubos heparinizados. Una alícuota de la misma se hemolizó para determinar la actividad enzimática de la GSH-Px eritrocitaria, usando hidropéroxido de cumeno como sustrato. El resultado se expresó como unidades de actividad enzimática/g de Hb, siendo una unidad equivalente a 1 micromol de glutatión oxidado por minuto a 30 °C, a pH 7,4 (Berrett y Herbet, 1979). En la otra alícuota se cuantificó hemoglobina (Hb), empleando un kit comercial (Laboratorios Wiener).

La otra muestra de sangre se destinó a obtener suero sanguíneo mediante centrifugación durante 15 minutos a 2500 x G. En la misma se cuantificaron: Cu, Fe y Zn por espectrofotometría de absorción atómica (E.A.A., Perkin-Elmer, 1982).

Para caracterizar la dieta de los animales se muestrearon las pasturas de cada tambo, las que estaban compuestas por alfalfa (*Medicago sativa*) y alfalfa consociada con trébol rojo (*Trifolium pratense*). También se tomaron muestras de afrechillo, silo de maíz y sorgo y grano húmedo de maíz. El material fue secado en estufa a 62 °C hasta peso constante. Posteriormente se cuantificó el contenido de Cu, Fe y Zn por E.A.A., previa destrucción de la materia orgánica con una mezcla de ($\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HClO}_4$), (3/2/2), (v/v/v).

En el agua se midió el residuo seco (RS) por gravimetría, el contenido de sulfatos (SO_4) según Cseh et al (1993), y el de cloruros (Cl) empleando un kit comercial (Laboratorio Merck). El calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) se estimaron por E.A.A. También se midió el pH.

La leche se extrajo manualmente en un recipiente estéril. En ella se midieron los indicadores de salud de la ubre: recuento de células somáticas (R.C.S.) por citometría de flujo, empleando el equipo Somatocount 300, y unidades formadoras de colonias (U.F.C.) mediante el método Simplate en placa.

El efecto de los tratamientos de suplementación y antibioticoterapia sobre oligoelementos, Hb y actividad de GSH-Px fueron analizados mediante contrastes ortogonales (Li, 1969). Los resultados relativos al estado

de mastitis clínica del segundo muestreo fueron evaluados mediante regresión logística y el efecto de los tratamientos de los indicadores de salud de la ubre para los animales enfermos, mediante una prueba de análisis de varianza (Li, 1969).

Resultados

Caracterización de animales enfermos y sanos

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del análisis de la actividad de GSH-Px y la concentración de Hb, Cu, Fe y Zn en animales enfermos y sanos, en la situación inicial, previo a los tratamientos. Se diagnosticó únicamente baja actividad de GSH-Px en animales enfermos.

Los niveles sanguíneos de Hb y del resto de los oligoelementos cuantificados en todos los animales fueron normales. Esto se condice con el adecuado contenido de estos minerales en el forraje (Cuadro 2) y con la calidad del agua analizada (Cuadro 3).

El Cuadro 4 muestra los promedios de R.C.S. y U.F.C. por ml de leche de animales enfermos por rangos de valores de actividad de GSH-Px.

Los valores de R.C.S. hallados en este estudio fueron altos en todos los casos, tanto para los animales sanos como para los que presentaban mastitis clínica, si se los compara con la bibliografía consultada (Harmon, 1994).

La suma de las vacas muestreadas no fue coincidente con el número de individuos estudiados debido a que uno de los animales se descompensó al entrar en la manga. A su vez, el número de muestras de recuentos celulares disminuyó debido a que la medición no podía realizarse en las muestras de leche que estaban coaguladas. Sin embargo, puede observarse en el Cuadro 4, que existe una tendencia decreciente en el promedio de R.C.S. a medida que se incrementan los niveles de actividad eritrocitaria de GSH-Px. Similar patrón muestra el número promedio de U.F.C.

Cuadro 1: Valores promedio de actividad de GSH-Px, concentración de Hb y oligoelementos en sangre de animales enfermos y sanos.

Table 1: Average values of GSH-Px activity, Hb concentration and trace minerals in ill and healthy animal blood.

	GSH-Px (U/gHb)	Hb (g/100ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
Enfermos (n = 40)	25,5 ± 8	10,2 ± 1,2	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,3	1,5 ± 0,3
Sanos (n = 10)	37,8 ± 7,5	10,4 ± 1,2	0,9 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,8 ± 0,3
V.R.	> 30	9,5 – 14	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,89 – 2,5

Referencia: V.R.: Valor de Referencia.

Cuadro 2: Contenido promedio de oligoelementos en forrajes en cada muestreo.

Table 2: Average content of trace minerals on forages by sampling

	Cu (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)	
1 ^{er} Muestreo (n = 8)	9,1 ± 1,9	Máx 12,5 Mín 7	46,0 ± 21,8	Máx 99 Mín 33	198,3 ± 86,0	Máx 246 Mín 86
2 ^{do} Muestreo (n = 9)	11,3 ± 2,8	Máx 13,5 Mín 5	36,1 ± 4,3	Máx 44 Mín 31	203,2 ± 75,3	Máx 339 Mín 90
V.R.	> 5		> 25		< 1000	

Referencias: V.R.: Valor de Referencia; Máx: Valor Máximo cuantificado; Mín: Valor Mínimo cuantificado.

Cuadro 3: Resultados promedio del análisis de agua en cada muestreo.

Table 3: Average results of water analysis by sampling.

	pH	R.S. (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)
1 ^{er} Muestreo (n = 4)	8,5 ± 0,2	1693,5 ± 619,7	267,5 ± 58,1	481,0 ± 268,2	650,0 ± 317,3	8,1 ± 2,5	15,1 ± 8,6
2 ^{do} Muestreo (n = 6)	8,1 ± 0,4	1526,0 ± 577,7	454,0 ± 98,3	352,7 ± 324,7	343,3 ± 135,9	18,6 ± 17,1	9,1 ± 13,0
V.R.	6,8-9,2	<5000	<4000	<1000	<5000	<200	<150

Referencias: V.R.: Valor de Referencia.

Cuadro 4: Valores promedio de R.C.S. y U.F.C. por ml de leche por rangos de actividad de GSH-Px en animales enfermos o sanos.

Table 4: Average values of R.C.S. and U.F.C. by ml of milk by ranks of activity in ill or healthy animals.

	GSH-Px (U/gHb)		R.C.S. x 1000 (cél / ml) (C.V.)		U.F.C. / ml (C.V.)
Enfermos	≥ 30	n = 6	1508 (0,82)	n = 7	857 (1,25)
	30 – 20	n=15	1722 (0,52)	n=22	56363 (2,84)
	< 20	n = 8	1804 (0,51)	n=10	116666 (2,18)
Sin Mastitis	37,8	n=10	800 (0,42)	n=10	75000 (3,10)

Referencias: (C.V.): Coeficiente de Variación.

Efecto de la suplementación con selenio sobre la actividad de GSH-Px eritrocitaria e indicadores de salud de la ubre

No se observó interacción entre la suplementación con Se y el tratamiento con antibióticos. En el Cuadro 5 se muestran los valores promedio de las diferencias entre muestreos para las variables: nivel de actividad de GSH-Px, Hb, Cu, Fe y Zn, de los grupos de tratamiento que incluyen suplementación (2 y 4) frente a los que no lo incluyen (3 y 5). Los contrastes entre diferencias sólo fueron significativos ($p < 0,05$) para la actividad de GSH-Px. No se registraron modificaciones significativas de los niveles de Hb, Cu, Fe y Zn.

Para evaluar el estado de los animales luego de los tratamientos se realizó una categorización individual en sanos o enfermos en función a su R.C.S., estableciendo como

umbral para la determinación el valor promedio de las vacas sanas al primer muestreo. El análisis estadístico que se realizó no dio diferencias significativas ($p > 0,05$) ni interacción entre los tratamientos.

Con este resultado, se analizaron diferentes grados de enfermedad mediante los indicadores de salud de la ubre tratando de diferenciar grados de enfermedad. Así, se establecieron rangos de valores de logaritmo en base 10 tanto del R.C.S. como de las U.F.C. a fin de determinar la existencia de conteos diferenciales entre tratamientos. Sin embargo, a pesar de la existencia de una tendencia de los indicadores de salud de la ubre a mejorar, disminuyendo en los tratamientos que incluían suplementación, no se detectó efecto significativo ($p > 0,05$) ni interacción entre los tratamientos aplicados.

Cuadro 5: Diferencias de actividad de GSH-Px y concentraciones de Hb, Cu, Fe Zn entre animales con o sin suplementación.

Table 5: Differences of activity of GSH-Px and concentrations of Hb, Cu, Fe, Zn between animals with or without supplementation .

	Dif. GSH-Px	Dif. Hb	Dif. Cu	Dif. Zn	Dif. Fe
Suplementados	13,45 ± 7,1	-1,26 ± 1,1	0,04 ± 0,3	-0,11 ± 0,4	0,66 ± 0,3
No Suplementados	3,94 ± 8,4	-0,04 ± 1,0	-0,04 ± 0,2	0,13 ± 0,6	0,55 ± 0,5

Referencias: Dif.: Diferencia.

Discusión

La deficiencia de Se, responsable de la baja actividad de GSH-Px, pudo vincularse con la presencia de mastitis clínica. Estos resultados concuerdan con los hallados por otros autores (Van Saun, 1990; Braun et al., 1991; Eicken et al., 1992), quienes también constataron bajos niveles de Se en rodeos con mastitis clínica crónica.

El principal responsable de la deficiencia de Se de los animales es el bajo contenido de este oligoelemento en la dieta (Robberecht y Deelstra, 1994), por lo cual la suplementación parenteral constituye una alternativa para incrementar estos niveles.

En este trabajo, en los animales suplementados con Se, se produjo un aumento de la actividad sanguínea de GSH-Px. El mayor aporte de Se generó como respuesta biológica un incremento de la concentración de este oligoelemento, lo que a su vez aumentó la síntesis de selenoproteínas (Driscoll y Copeland, 2003).

Teniendo en cuenta la vida media de los eritrocitos, la actividad de GSH-Px medida en sangre refleja los niveles de Se en el organismo animal en los últimos 2 a 3 meses (Wittwer et al., 2002). Luego de este período, se pueden detectar los efectos de la suplementación en los niveles de actividad enzimática de animales enfermos.

La mayoría de la información sobre la respuesta inmunitaria de los rumiantes a agentes infecciosos se centraliza en los neutrófilos, que junto con los macrófagos son los responsables de la fagocitosis de agentes patógenos. Durante este proceso ocurre un incremento explosivo de la actividad respiratoria en concordancia con el aumento del metabolismo del oxígeno. Esto produce un incremento de la cantidad de superóxidos y peróxido de hidrógeno (Hogan et al., 1993). Aunque la generación de metabolitos del oxígeno por los neutrófilos es necesaria como mecanismo de defensa antimicrobiano, estos radicales libres si están en exceso pueden lesionar a las células y los tejidos adyacentes. El Se, a través de la actividad de la enzima GSH-Px, es un antioxidante que protege a la célula

fagocítica y a los tejidos del ataque de radicales libres, mejorando las funciones de esas células y, por consiguiente, aumentando las defensas del organismo frente a las IIM (Hogan et al., 1993).

A pesar que los niveles de actividad enzimática lograron incrementarse con la suplementación, la mejoría en la condición clínica de los animales, evaluada a través del R.C.S., no fue significativa. Si bien las células somáticas en leche abarcan tanto a leucocitos como a células epiteliales, el aumento de los R.C.S. de animales con mastitis se debe principalmente a la infiltración de gran número de leucocitos. En bovinos, es una prueba adecuada para indicar mastitis, ya que el resultado del recuento se corresponde con el grado de irritación glandular (Harmon, 1994). Esto indicaría que a pesar de que hay una mayor protección antioxidante, provista por la actividad de la GSH-Px, esta no sería suficiente para revertir casos clínicos de infecciones intramamarias.

La información provista por distintos investigadores entre suplementación con Se y condición de los animales es variada. Así, Erskine et al. (1990) tampoco encontraron diferencias en la presentación de mastitis clínica entre los grupos con y sin suplementación. Por su parte, Morgante et al. (1999) no observaron reducción en la incidencia de mastitis clínica en ovejas suplementadas con Se.

En cambio Weiss et al. (1990) informaron que la suplementación con niveles crecientes de Se no sólo aumentó su concentración en sangre, sino que también disminuyó la incidencia de mastitis clínica y el R.C.S. de animales enfermos. Del mismo modo Erskine et al., (1989) y Malbe et al., (1995) encontraron que el suministro de Se vía inyectable o en la dieta reducía la prevalencia y severidad de mastitis clínica ocasionada por *Escherichia coli*, no así en aquellas causadas por *Staphylococcus aureus*, en las que la suplementación parece no tener efecto (Erskine et al., 1990). Estos resultados indican que el agente etiológico podría vincularse de algún modo a la efectividad del tratamiento de suplementación.

Por otro lado, a pesar de que según Gyang et al. (1984) la activación de los glóbulos blancos circulantes aumenta la capacidad de eliminación bacteriana en animales suplementados, en este caso no pudo verificarse un menor número de U.F.C. en animales con mayor actividad de GSH-Px.

Se sabe que además del Se, el Cu, Fe y Zn son oligoelementos cuyos desbalances ocasionan situaciones de estrés y están estrechamente ligados con el funcionamiento del sistema inmunológico y su respuesta a agentes infecciosos. Una deficiencia de estos minerales puede inducir cambios en las vías metabólicas involucradas en el mantenimiento de las funciones inmunes aumentando la susceptibilidad a mastitis (Kirchgessner et al, 1993; Ward et al, 1997). En el presente trabajo, esta situación puede ser descartada debido a que los microelementos se encontraban dentro de los valores normales sin presentar diferencias entre animales sanos y enfermos de mastitis.

Conclusiones

Bajos niveles de actividad de GSH-Px se vincularon a la presencia de mastitis clínica en vacas lecheras.

El efecto de la suplementación con Se se evidenció mediante un incremento en la actividad de GSH-Px. Sin embargo no se detectó efecto en el estado de salud de los animales, ni en el R.C.S. o en el número de U.F.C. por ml de leche. Esto indicaría que la suplementación con Se podría utilizarse como una herramienta auxiliar en la maximización de la respuesta inmune del animal, pero que no puede sustituir a la implementación de las medidas tradicionales de control de mastitis.

Por último, el tratamiento con antibióticos no modificó en ningún caso el efecto de la suplementación, ni los niveles de actividad de GSH-Px de animales enfermos. Tampoco afectó a los indicadores de salud de la ubre durante la medición de los efectos de la suplementación con Se.

Bibliografía

- Berrett, S. and Herbet, C.N. 1979. A semi-quantitative spot test for glutathione peroxidase in blood of cattle and sheep for the assessment of biological selenium status. *Vet. Rec.* 105: 145-146.
- Braun, U., Forrer, R., Furer, W. and Lutz, H. 1991. Selenium and vitamin E in blood sera of cows from farms with increased incidence of disease. *Vet. Rec.* 128(23): 543-547.
- Calvinho, L. y Tarabla, H. 1997. Bases racionales para el tratamiento antibiótico de mastitis. *Temas de Producción Lechera. SAGyP-INTA, Centro Regional Santa Fe. E.E.A. Rafaela.* 84: 97-106.
- Combs, Jr.G., Noguchi, T. and Scott, M. 1975. Mechanism of action of selenium and vitamin E in protection of biological membranes. *Fed. Proceed.* 34: 2090-95.
- Costa, E.O., Benites, N.R. and Melville, P.A. 1995. Estudio etiológico da mastite clínica bovina. *Rev. Bras. Med. Vet.* 17: 156-158.
- Cseh, S.B., Ridao, M. y Yarrar, M. 1993. Determinación de sulfatos en agua de bebida. IX reunión anual de la AAVLD. 9 y 10 de diciembre de 1993. Tandil. p 47.
- Driscoll, D.M. and Copeland, P.R. 2003. Mechanism and regulation of selenoprotein synthesis. *Annu. Rev. Nutr.* 23: 17-40.
- Eicken, K., Scholz, H. and Stockhofezurwieden, N. 1992. Mangelhafte Selen- und Vitamin-E-Versorgung als Ursache für bestandsweise auftretende Peritarisitiden beim Rind. *Tierärztl. Umschau.* 47: 843-847.
- Erskine, R.J., Eberhart, R.J., Grasso, P.J. and Scholz, R.W. 1989. Induction of *Escherichia coli* mastitis in cows fed selenium-deficient or selenium-supplemented diets. *Am. J. Vet. Res.* 50: 2093-2100.
- Erskine, R.J., Eberhart, R.J. and Scholz, R.W. 1990. Experimentally induced *Staphylococcus aureus* mastitis in selenium-deficient and selenium-supplemented dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 5: 1107-11.
- Finch, J. and Turner, R. 1996. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. *Res. Vet. Sci.* 60: 97-106.
- Grasso, P., Scholz, R., Erskine, R. and Eberhart, R. 1990. Phagocytosis bactericidal activity and oxidative metabolism of milk neutrophils from dairy cows fed selenium supplemented and selenium deficient rats. *Am. J. Vet. Res.* 51:269-74.

- Gross, R.L. and Newberne, P.M. 1980. Role of nutrition in immunologic function. *Physiol. Rev.* 60(1): 188-302.
- Gyang, E.O., Stevens, J.B., Olson, W.G., Tsitsamis, S.D. and Usenik, E.A. 1984. Effects of selenium-vitamin E injection on bovine polymorphonucleated leukocytes phagocytosis and killing of *Staphylococcus aureus*. *Am. J. Vet. Res.* 45(1): 175-177.
- Harmon, R.J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. Symposium: Mastitis and genetic evaluation for somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 77 :2103-12.
- Hogan, J.S., Weiss, W.P. and Smith, K.L. 1993. Role of vitamin E and selenium in host defense against mastitis. *J. Dairy Sci.* 76: 2795-2803.
- Kirchgessner, M., Paulicks, B.R. and Roth, H.P. 1993. Zinc in animal nutrition. *Ciencia e Investigación Agraria. Santiago de Chile.* 20 N°2: 182-201.
- Langoni, H., Silva, A.V., Cabral, K. and Domingues, P.F. 1998. Aspectos etiológicos na mastite bovina: Flora bacteriana aeróbica. *Rev. Bras. Med. Vet.* 20(5): 204-210.
- Li, C.C. 1969. Introducción a la estadística experimental. Traducido por Ribó, G. Ediciones Omega. Barcelona. 496 pp.
- Malbe, M., Klaassen, M., Fang, V., Myllys, V., Vikerpuur, M., Nyholm, K., Sankari, S., Suoranta, K. and Sandholm, M. 1995. Comparisons of selenite and selenium yeast feed supplements on Se-incorporation, mastitis and leucocyte function in Se-deficient dairy cows. *J. Vet. Met. Assoc.* 42: 111-121.
- Miller, J., Brzezinska-Slebodzinska, E. and Madson, F. 1993b. Oxidative stress, antioxidants and animal function. *J. Dairy Sci.* 76: 2812-23.
- Mlot, C. 2000. Antidotes for antibiotic use on the farm. *BioSci.* 11. 50: 955-960.
- Morgante, M., Beghelli, D., Pauselli, M., Dall'Ara, P., Capuccella, M. and Ranucci, S. 1999. Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 82: 623-631.
- Nemec, M., Hidioglu, M., Nielsen, K. and Proulx, J. 1990. Effect of vitamin E and selenium supplementation on some immune parameters following vaccination against brucellosis in cattle. *J. Dairy Sci.* 68: 4303-09.
- Perkin-Elmer. 1982. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk (CO): The Perkin Elmer Corporation. USA. 410 pp.
- Robberecht, H.J. and Deelstra, H.A. 1994. Factors influencing blood selenium concentrations: a literature review. *J. Trace Elem. and Electr. in Health and Dis.* 8: 129-143.
- Rotruck, J.T., Ganther, H.E., Swanson, A.B., Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G. 1972. Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Sci.* 179: 588-590.
- Van Saun, R.J. 1990. Rational approach to selenium supplementation essential. *Feedstuffs.* 15: 15-17.
- Ward, J.D., Gengelbach, G.P. and Spears, J.W. 1997. The effects of copper deficiency with or without high dietary iron or molybdenum on immune function of cattle. *Depart. Anim. Sci. Interdepart. Nutr. Program.* 1400-1409.
- Watts, J.L. 1998. Etiological agents of bovine mastitis. *Vet. Microbiol.* 16: 41-46.
- Weiss, W.P., Hogan, J.S., Smith, K.L. and Hoblet, K.H. 1990. Relationships among selenium, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 73: 381-390.
- Wittwer, F., Araneda, P., Ceballos, A. y Contreras, P.A. 2002. Actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px) en sangre de bovinos a pastoreo de la IX Región, Chile, y su relación con la concentración de selenio en el forraje. *Arch. Med. Vet.* 34(1): 49-57.