

EFECTO DEL SELENIO Y CROMO ORGÁNICOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE OVINOS EN FINALIZACIÓN. NOTA TÉCNICA

Effect of Organic Selenium and Chromium on Sheep Performance in Finalization. Technical Note

Luís Carlos Rodríguez Acosta¹, Germán David Mendoza Martínez², Nancy Mota Solís²,
Amada Isabel Osorio Terán², Héctor Lee Rangel¹ y Pedro Abel Hernández García²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Edo. de México. 56230. México.

² Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Producción Agrícola y Animal, México D.F.

* Correspondencia: gmendoza@correo.xoc.uam.mx.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de compuestos quelatados con cromo (Cr) y selenio (Se) en ovinos destinados para la producción de carne, 24 corderos machos enteros (25,66 ± 3,63 kg peso inicial) fueron alojados en jaulas individuales y en un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos: T: testigo; Núcleo 1 (N1) (Cr 0,3 mg/kg y Se 0,3 mg/kg) y Núcleo 2 (N2) (Cr 0,4 mg/kg y Se 0,4 mg/kg). El experimento duró 45 días en los cuales se registró la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), conversión alimenticia, eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA; expresada como pendiente de la regresión entre CMS y GDP), grasa dorsal (GD) y área de chuleta (ACH). No se encontraron diferencias para ganancia, consumo y conversión alimenticia (P>0,05). Sin embargo, comparando las premezclas, N1 mostró una mayor (P<0,05) EPUA (T 0,22^b; N1 0,33^b y N2 0,52^a). Tampoco se presentaron cambios en la grasa dorsal final ni en área de la chuleta (P>0,05). No hubo respuesta en las variables productivas al suplementar con premezclas con Se y Cr con concentraciones finales de 0,3 mg/kg y 0,4 mg/kg en borregos en finalización.

Palabras clave: Ovinos, minerales, selenio, cromo, ganancia de peso.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of chelated minerals, salts with chromium and selenium in sheep for meat production, 24 intact male lambs (25.66 ± 3.63 kg initial live weight) were housed in individual cages in a completely randomized design with three treatments: Control (C); Nucleus 1 (N1) (Cr 0.3 mg / kg and 0.3

mg / kg) and Nucleus 2 (N2) (Cr 0.4 mg / kg and 0.4 mg / kg). The assay lasted 45 days in which were recorded daily gain (ADG), dry matter intake (DMI), feed conversion, partial efficiency of feed utilization (PEFU; expressed as the slope of the regression between DMI and ADG), back fat and chop area. No differences were found for daily gain, intake and feed conversion (P>0.05). However, when comparing premixes the pre-mix N1 showed a better (P<0.05) FEFU (C 0.22^b; N1 0.33^b and N2 0.52^a). The back fat and chop area also did not show treatment effects (P>0.05). There was no response in the productive variables to supplement premixes and based in Cr and Se concentrations between 0.3 mg / kg and 0.4 mg / kg in sheep in finalization.

Key words: Sheep, minerals, selenium, chromium, weight gain.

INTRODUCCIÓN

En México, el uso de suplementos minerales para ovinos (*Ovis aries*) es escaso [3] y se sabe que los ovinos son particularmente susceptibles a deficiencias de selenio (Se) [12] y pueden desarrollar cojera tambaleante o enfermedad alcalina [8]. El cromo (Cr) y selenio (Se) son considerados como modificadores del metabolismo, que permiten mejorar la calidad de la canal cuando son suplementados en formas orgánicas por medio de levadura [4].

El Se es un mineral traza esencial que se encuentra en todas las células y tejidos, requiriéndose en pequeñas cantidades y es necesario para el crecimiento y la fertilidad [17], dado que forma parte de múltiples enzimas entre los cuales se destaca la glutatión peroxidasa [8]. De la misma forma, el Cr es otro elemento esencial, dado que forma parte del factor de tolerancia a la glucosa, la cual se considera que potencia la acción de la insulina y además parece tener importancia en el metabolismo de los lípidos, proteínas y ácidos nucleicos [19].

Algunos estudios han mostrado que el uso de Cr en forma de levadura (orgánicos) mejora la ganancia de peso [4]. Otros experimentos con Se [22] en formas orgánicas e inorgánicas (0,30 a 0,45 mg/kg), no mostraron respuesta en variables medidas en la canal. Los requerimientos de Cr no han sido definidos, pero se sabe que 100 ppm en forma de cloruro son tóxicos [10] y que las formas orgánicas se absorben 20 a 30 veces más que las inorgánicas [6].

Para el caso específico de ovinos, el National Research Council [11] recomendaba de 0,1 a 0,2 ppm de Se, mientras que reportes más recientes estiman requerimiento en mg/d, con valores que tendrían concentraciones dietarias para ovinos en finalización entre 0,30 y 0,55 ppm [10]. A pesar de que en E.U.A., el Food and Droug Administration [18] permite niveles máximos de levadura en alimentos completos para cabras (*Capra hircus*) y ovinos de 0,3 ppm, en México se pueden encontrar productos con concentraciones finales de 0,4 ppm de Se.

Por esta razón, los objetivos del presente estudio fueron realizar una evaluación del uso de minerales quelatados, Se y Cr ligados a levadura, sobre el comportamiento productivo, medido a través de la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia y algunas características de la canal como: área de la chuleta y grasa dorsal en ovinos de engorde.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 borregos machos criollos Dorper x Sulfolk con un peso inicial de $25,66 \pm 3,65$ kg, alojados en jaulas individuales. Se les desparasitó (Ivermectina) y suplementaron con vitaminas A, D y E previo al inicio del ensayo. Los animales se sometieron a un periodo de adaptación de 10 días siendo alimentados en dos horarios (09:00 y 17:00 h). El periodo experimental tuvo una duración total de 45 días y se pesaron cada 14 días tras ayuno de 12 h.

Los animales se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos, un grupo testigo (ración basal) y dos raciones con minerales quelatados: 0,3 mg/kg de Cr y 0,3 mg/kg de Se (Núcleo 1); y 0,4 mg/kg de Cr y 0,4 mg/kg de Se (Núcleo 2). El producto utilizado fue de levaduras núcleo Biotecap® con *Saccharomyces cerevisiae*. Las raciones experimentales se elaboraron con: grano de *Zea mays*, grano de *Sorghum* spp., pasta de *Glycine max*, urea, rastrojo de maíz, melaza, buffer y sales minerales inorgánicos (TABLA I). Los niveles de la ración testigo fueron de: 0,72 ppb de Cr y 0,13 ppm de Se.

Se determinó la concentración de materia seca (MS), proteína cruda, extracto etéreo y se calculó la materia orgánica [1], almidón [6], fibra detergente neutro [21], proteína degradable en rumen *in situ* a 24 horas de incubación [13] y la MS y almidón *in situ* [9] a las 24 horas en un bovino (*Bos taurus-indicus*) con cántula ruminal; la composición se muestra en la TABLA II. Se midió

el CMS por diferencia de peso del alimento ofrecido y el rechazado diariamente, así como la ganancia diaria de peso (EDP), obtenida con el peso final e inicial y la conversión alimenticia en cada tratamiento [2]. Al final del experimento se sacrificaron tres animales al azar de cada tratamiento para evaluar la grasa dorsal y el área de la chuleta por ultrasonido [15].

Se probó la normalidad de los datos con el Proc UNIVARIATE y los resultados, se analizaron de acuerdo a un diseño completamente al azar con el Proc GLM del SAS [16]. También se realizó una regresión lineal entre la ganancia de peso

TABLA I
COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES

Ítem	Ración Experimental		
	Testigo	Núcleo 1 ^a	Núcleo 2 ^a
Ración base seca, %			
Grano de maíz	50,00	50,00	50,00
Grano de sorgo	25,00	25,0	25,00
Pasta de soya	7,00	7,00	7,00
Rastrojo de maíz	10,00	10,00	10,00
Melaza	5,00	4,95	4,95
Buffer	0,50	0,50	0,50
Minerales	1,00	1,00	1,00
Núcleo Cr-Se	0,00	0,50	0,50

^a Núcleo 1 para suministrar una concentración de 0,3 mg/kg de Cr y 0,3 mg/kg de Se. ^b Núcleo 2 para suministrar concentración de 0,4 mg/kg de Cr y 0,4 mg/kg de Se.

TABLA II
COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN
IN SITU Y PROTEÍNA DEGRADABLE EN RUMEN
DE LAS RACIONES

Ítem	Ración Experimental		
	Testigo	Núcleo 1 ^a	Núcleo 2 ^b
Materia seca, %	88,40	88,80	88,45
Materia orgánica, %	85,73	85,36	84,95
Proteína cruda, %	12,24	13,02	12,35
Extracto etéreo, %	3,17	3,71	3,24
Fibra detergente neutro, %	22,60	22,83	22,82
Almidón, %	56,56	57,11	54,72
Digestibilidad <i>in situ</i>			
Almidón, %	91,28	91,09	89,99
Proteína degradable en			
Rumen ^c , %	80,03	82,70	81,87

^a Núcleo 1 para suministrar una concentración de 0,3 mg/kg de Cr y 0,3 mg/kg de Se. ^b Núcleo 2 para suministrar concentración de 0,4 mg/kg de Cr y 0,4 mg/kg de Se. ^c Estimado a 16 horas de incubación.

y el consumo individual para estimar la eficiencia parcial de utilización del alimento y se compararon las pendientes con intervalo de confianza, $P < 0,05$ [14].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rangos usados de Cr y Se son muy estrechos debido a que son elementos potencialmente tóxicos y deben evaluarse en gradientes muy cercanos. No se detectaron cambios en la ganancia de peso, consumo y conversión. Sólo hubo mayor eficiencia parcial de utilización del alimento en los ovinos que recibieron los núcleos con Cr y Se en comparación al testigo. Tampoco se observaron cambios en las variables de la canal (TABLA II). Domínguez y col. [4] realizaron un experimento con una dieta de finalización combinando dosis de Cr (0; 0,25 y 0,35 mg) y Se (0 y 0,3 mg) quelada en levaduras; la suplementación con Se no afectó las variables productivas ni de la canal, pero el Cr mostró una respuesta cuadrática en la acumulación de proteína y grasa en canal y lineal positiva en la ganancia de peso. Un estudio con ovinos, comparando fuentes orgánicas e inorgánicas de Se, no mostró cambios en variables de la canal en dosis de 0,30 a 0,45 de mg/kg [7].

Otros investigadores en estudios con dosis de Cr inorgánico de 0,2 a 0,4 ppm, no reportan cambios en el comportamiento productivo de ovinos pero sí disminución de la grasa subcutánea [20]. Kitchalong y col. [7] usaron picolinato de cromo en corderos con dosis de 0,25 ppm observando una disminución en el consumo, sin cambios en la ganancia de peso; solamente reportaron disminución de la grasa dorsal en la canal. Se ha reportado que la suplementación con Cr en ovinos reduce los niveles de triglicéridos sanguíneos [20] y los de ácidos grasos libres no esterificados, sin afectar otros metabolitos (glucosa, colesterol, proteína) [7] por lo que los efectos en el metabolismo de lípidos y carbohidratos son muy sutiles, lo cual explica la falta de respuesta general en variables productivas en este trabajo y en otros ensayos.

Los requerimientos de Se recomendados por el NRC [5] están en función de la ganancia de peso y varían de 0,1 a 0,3 ppm, considerando niveles arriba de 0,4 como excesivos para ganancias arriba de 200 g/d. Sin embargo, se ha sugerido que los requerimientos de Se del NRC están subestimados para ovinos en dietas altas en grano y se han evaluado niveles del doble de lo recomendado por NRC [5]. Domínguez y col. [4] sugieren que la variabilidad de la respuesta depende del estatus de Se en el animal y del nivel basal de la dieta suplementada. A pesar que las dosis usadas en este estudio son mayores a las recomendadas por la FDA [10], aún están por debajo de los niveles tóxicos. Es importante mencionar que los valores de toxicidad de Se para ovinos son de 5 a 30 ppm o por encima de 20 ppm [8]. Para el caso del Cr, no se han podido definir los requerimientos y solo se recomienda suplementar en condiciones de estrés [5] o en animales sujetos a ejercicio [19] por lo que en engorde intensivo, su uso es cuestionable.

La mayor eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA) sugiere que el Se y Cr pueden mejorar la partición de la energía del animal sobre el mantenimiento. Los tratamientos con minerales quelatados tuvieron menores consumos de alimento y ganancias de peso similares, lo cual explica la mayor eficiencia (TABLA III). Los valores de EPUA son similares a los observados con dietas altas en grano con enzimas exógenas [14]. La eficiencia de utilización del alimento estimada como la pendiente de la regresión entre consumo y ganancia tiene mayor sentido biológico que la conversión alimenticia, la cual asume que todo el alimento se usa para producción e ignora las diferencias en eficiencia en mantenimiento y ganancia de peso. En este experimento no se pueden separar los efectos del Cr y Se, sin embargo, las funciones fisiológicas del selenio sobre el crecimiento en comparación con las del cromo son más importantes y han sido plenamente reconocidas en muchas especies [19] por lo que sus niveles deben de revisarse con más atención durante la formulación de raciones.

TABLA III
EFFECTO DEL NÚCLEO DE Cr Y Se EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS

Item	Ración experimental			EEM ^c	P ^d
	Testigo	Núcleo 1 ^a	Núcleo 2 ^b		
Peso inicial, kg	25,94	25,60	25,45	1,37	0,96
Peso final, kg	40,18	39,41	36,60	1,69	0,31
Ganancia de peso, kg/d	0,363	0,341	0,278	0,034	0,22
Consumo, kg	1,351	1,158	1,094	0,103	0,21
Conversión	3,93	3,41	4,75	0,68	0,39
Eficiencia parcial de utilización del alimento	0,22 ^b	0,33 ^a	0,52 ^a	0,18	0,05
Área de la chuleta, mm	853	946	890	151	0,91
Grasa dorsal inicial, cm	1,14	1,14	1,43	0,16	0,38
Grasa dorsal final, cm	2,07	2,29	1,86	0,24	0,47

^a Núcleo 1: 0,3 mg/kg de Cr y 0,3 mg/kg de Se; Núcleo 2 0,4 mg/kg de Cr y 0,4 mg/kg de Se. ^b Determinado a 24 horas de incubación. ^c Error estándar de la media. ^d Probabilidad de error Tipo I. ^e Eficiencia parcial de utilización del alimento.

CONCLUSIONES

No hubo respuesta en las variables productivas al suplementar premezclas con Se y Cr a concentraciones de 0,3 mg/kg y 0,4 mg/kg en borregos en finalización. Se sugiere que se formule cubriendo los requerimientos de selenio de acuerdo a la ganancia de peso esperada de acuerdo a las recomendaciones del NRC. Debido a que no se han precisado los requerimientos de cromo y que la respuesta a su suplementación es poco consistente, no se recomienda su incorporación en la dieta de finalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis, 20th Ed. Arlington, VA, USA. Pp. 110-1117. 1997.
- [2] CROSBY, M.M.; MENDOZA, G.D.; MELGOZA, L.M.; BÁRCENA, R.; PLATA, P.F.; ARANDA, I.E. Effects of *Bacillus licheniformis* amylase on starch digestibility and sheep performance. **J. Appl. Anim. Res.** 30: 133-136. 2006.
- [3] DOMÍNGUEZ, V.I.; HUERTA, M. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos, durante dos épocas en el valle de Toluca, México. **Agrocien.** 43:173-183. 2008.
- [4] DOMÍNGUEZ, V.I.A.; GONZÁLEZ, S.S.M.; PINOS, R.J.M.; BÓRQUEZ, J.L.G.; BÁRCENA, G.R.; MENDOZA, M.G.; ZAPATA, L.; LANDOIS, L.L.P. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. **Anim. Feed Sci. Technol.** 52: 42-49. 2009.
- [5] HERNÁNDEZ, C.L.M.; GUERRERO, L.M.I.; PÉREZ, CH.M.L.; LÓPEZ, A.R.; RAMÍREZ, B.E. Interaction of dietary selenium and magnesium level on digestive function in lambs fed high concentrate diets. **J. Appl. Anim. Res.** 31:41-46. 2007.
- [6] HERRERA, Y.; SALDAÑA, R.; HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cow. **J. Dairy Sci.** 72:1477-1483. 1989.
- [7] KITCHALONG, L., FERNÁNDEZ, J. M.; BUNTING, L. D.; SOUTHERN, L. L.; BIDENER, T.D. Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. **J. Anim. Sci.** 73:2694-2705. 1995.
- [8] McDOWELL, L.R.; VELÁSQUEZ-PEREIRA, J.; VALLE, G. Requerimientos minerales. En: **Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales**. 3ª Ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. Pp 84. 1997.
- [9] MENDOZA, M.G.D.; PLATA, P.F.; RAMÍREZ, M.M.; MEJÍA, D.M.A.; LEE, R.H.; BÁRCENA, G.R. Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XV(1):66-72. 2007.
- [10] NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Ed. National Academy Press. Washington, D.C. USA. Pp. 381. 2001.
- [11] NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient Requirements of Sheep. 6th Ed. National Academy Press. Washington, D.C. USA. Pp. 112. 1985.
- [12] NATIONAL RESEARCH COUNCIL Selenium in nutrition. Washington, D.C. National Academy Press. Pp 174. 1983.
- [13] NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. **J. Dairy Sci.** 71:2051-2069.1988.
- [14] ROJO, R.; MENDOZA, G.D.; GONZÁLEZ, S.; LANDOIS, L.; BÁRCENA, R.; CROSBY, M.M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. **Anim. Feed Sci. Technol.** 123-124:655-665. 2005.
- [15] SILVA, S.R.; GOMES, M.J.; DÍAS DA SILVA, A.; GIL, L.F.; AZEVEDO, J.M. Estimation *in vivo* of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. **J. Anim. Sci.** 83: 350-357. 2005.
- [16] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. User's Guide: Statistics. Cary, NC, USA. Release 8.02. 2002.
- [17] THOMSON, C.D. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. **Eur. J. Clin. Nutr.** 58:391-402. 2004.
- [18] U. S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Food additives permitted in feed and drinking water of animals; selenium yeast. 2003. Rules and Regulations. Federal Register: 68, 170: 5233952340. On Line: <http://www.fda.gov/Food/DietarySupplements/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/RegulationsLaws/ucm107400.htm>.03-05-2010.
- [19] UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N. Selenium. Occasionally beneficial elements (Boron, Chromium, Lithium, Molybdenum, Nickel, Silicon, Tin, Vanadium). In: **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd Ed. CAB International New York USA. Pp 421-522. 1999.
- [20] UYANIK, F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep. **Biol. Trace Elem. Res.** 84:93-101. 2001.
- [21] VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597. 1991.
- [22] VIGNOLA, G.; LAMBERTINI, L.; MAZZONE, G.; GIAMMARCO, M.; TASSINARI, M.; MARTELLI, G.; BERTIN, G. Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. **Meat Sci.** 4: 678-685. 2009.