

Efectos de la suplementación con microminerales en indicadores de producción y su residualidad en sangre, heces y orina de alpacas (*Lama lama*) en pastoreo

Luis Alonso Chicaiza*, Cristian N. Arcos Alvarez*, Paola J. Lascano Armas*; Julio Enrique Usca**;
Francisco Hernán Chancusig*; Jorge A. Armas Cajas*; Hernán P. Bastidas Pacheco*; Maira N. Martínez Freire*; Silvana Méndez García***; Manuel E. Soria Parra***; Gonzalo E. López Crespo***; Raúl V. Guevara Viera****

* Carrera de Medicina Veterinaria, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

** Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

*** Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Campus Yanuncay, Cuenca, Azuay, Ecuador

rguevaraviera@yahoo.es

RESUMEN

Con el objetivo de analizar el efecto del nivel de suplemento de microminerales adicionales a la dieta sobre las variables alzada peso y diámetro de la fibra de alpacas, se evaluó la aplicación de tres dosis de selenio y zinc (0,0; 1,0 y 1,5 cc), bajo un (DCA) en arreglo factorial (3 x 2) + (3 x 2). Los resultados mostraron diferencias estadísticas para tratamientos: dosis de selenio, edades, dosis de zinc, edades y para la interacción zinc por edades (Se1E2 con 74,33 kg a los 90 días para alzada a la cruz, Zn1E2 con un promedio de 91,33 cm). La longitud de la fibra los tratamientos Se1E1 y Se1E2 con promedio de 3 cm. Para el diámetro de la fibra los tratamientos 1 (Se0E1) y tratamiento Se1E1 del grupo 1 y los tratamientos Zn0E2 y Zn1E1 del grupo 2 mostraron mejor calidad de la fibra (P < 0,05), con promedios de 28 micras. Se confirmó un efecto beneficioso en el peso vivo, calidad de la fibra en animales maduros de la suplementación con los microelementos Se y Zn, que mejoró las características fenotípicas de producción como el peso vivo, aunque manifestó residualidad en la orina de los animales de 3 a 5 años de edad.

Palabras clave: camélidos suramericanos, características del vellón, nutrición mineral, pastoreo, fluidos orgánicos

Effects of Supplementation with Microminerals on Production Indicators and Blood, Feces, and Urine Traces of Grazing alpaca (*Lama lama*)

ABSTRACT

In this area was applied three doses of selenium and zinc (0.0; 1.0 and 1.5 cc), under a (DCA) in factorial arrangement (3 x 2) + (3 x 2) in order to analyze the effect of the level of additional mineral supplement micro (Selenium, Zinc) to the diet on the raised variables, weight and fiber diameter of alpacas. Results revealed statistical differences for treatment: selenium doses, age, Zinc doses, Zinc interaction for ages. For this, the treatment 4 (Se1E2) with 74.33 kg to 90 days to cross height (Zn1E2) with 91.33 cm average. The length fiber into treatments 3 (Se1E1) and 4 (Se1E2) with 3 cm average. For fiber diameter on treatments 1 (Se0E1) Treatment 3 (Se1E1) of group 1, treatments 8 (Zn0E2) and 9 (Zn1E1) which group 2 charged better fiber quality with 28 microns average. It was confirmed an beneficial effect on live weight and fiber quality in mature animals for mineral supply with Se and Zn con los microelements, that improved the production phenotypical characteristics like weight, but it was manifested minerals urine residuality in 3-5 years old animals.

Key words: Sudamericans camelids, hair characteristics, mineral nutrition, grazing, animal organic fluids

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la cría de alpacas y llamas en el ecosistema de Páramo está bajo un sistema tradicional o extensivo, por ende la productividad es baja debido a diversos problemas como: el sistema de tenencia de tierras, alimentación básica in-

adecuada, deficiencias y desbalances minerales, enfermedades, falta de capacitación y asistencia técnica, mecanismos inadecuados de comercialización (Reyes, 2009 y Vilca, 2011).

El suelo del páramo se caracteriza por ser pobre en muchos minerales, en calcio, fósforo, sodio y

cobre, pero localmente en magnesio, cobalto, selenio y zinc (Quispe *et al.*, 2009). La deficiencia de selenio es un problema serio en México y otras áreas de América Latina. Ecuador no es una excepción, en sus zonas de suelos infértiles de origen volcánico hay grandes cantidades de azufre cambiante, en consecuencia las plantas captan azufre antes que selenio y los animales que consumen sufren deficiencias de este mineral (Segovia, 2011; de Razo y Mc Dowell, 2013).

La provincia de Cotopaxi tiene algunos proyectos de alpacas con iniciativas de comercialización de la fibra; sin embargo, esta no tiene la calidad requerida por la industria para competir, especialmente con Perú y Bolivia (Vilca, 2011).

La producción y calidad de la fibra de las alpacas es afectada por el medio ambiente, la genética y el estado fisiológico, especialmente la subnutrición debido a que los animales son expuestos a altas elevaciones y temperaturas frías. Las alpacas desarrollan piel fibrosa y densa, lo que se aprecia en algunas explotaciones de estos animales en el continente y pierden valor en su potencial comercial (Vilca, 2011; Pari, 2012 y Poissonnet, 2012).

También, por su tipo de alimentación deficiente en minerales, es necesaria una suplementación de sal mineral y microelementos como base diaria, de acuerdo a un estudio de las concentraciones de estos oligoelementos en el pasto, suelo y sangre.

El objetivo del estudio fue evaluar alternativas de suplementación en base de microelementos (selenio y zinc) sobre las características fenotípicas de producción de fibra y el crecimiento de alpacas variedad Huacaya en los páramos de la Provincia de Cotopaxi, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en tres unidades de producción de alpaca (*Lama lama*) del cantón Cotopaxi que, de acuerdo a datos del INEC, se ubica a los 2° 11' de latitud Norte y 78° 14' de longitud Oeste y una altitud de 2 790 m s. n. m.

El manejo y alimentación de los animales que pastaban en áreas de pastizal nativo conformado por especies de los géneros *Holcus*, *Bromus*, *Dactylo*, *Poa* y *Lolium* como gramíneas y *Trifolium* y *Vicia* en las leguminosas en menor medida, es el tradicional con presencia de las crías con las madres más de cuatro meses y mínima suplementación de balanceado en adultos y el uso menor de rastrojos de cereales (avena, cebada, maíz). Se uti-

lizó la suplementación con zinc y selenio como minerales adicionales a la dieta para medir sus efectos en las variables alzada, peso, diámetro de la fibra de alpacas y su efecto residual en sangre heces y orina.

Los animales utilizados —tomados al azar— se pesaron una vez por mes, con una balanza de 100 kg. Para medir la alzada a la cruz, se tomaron del punto más alto sobre la cruz al suelo valiéndose del bastón zoométrico. La longitud de la fibra se midió con una regla en centímetro. El diámetro de la fibra se determinó luego de cortarla del costillar medio al inicio y al final de la investigación. Se hizo la extracción de las muestras sanguíneas por punción de la vena femoral (5 a 7 ml) con vacutainer. Para la muestra de orina se utilizó una sonda Foley con una funda recolectora de orina. Se utilizó la espectrofotometría de absorción atómica con un equipo Pye Unicam para medir el contenido de selenio y zinc en sangre, orina y heces.

En relación con el diseño experimental, los factores de estudio del trabajo fueron las dosis (D) de microminerales, selenio (Se) y zinc (Zn) y las edades de alpacas (E) (Tabla 1).

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial (3 x 2) + (3 x 2), donde se analizaron tres dosis de selenio y tres de zinc en las dos edades de los animales con 3 observaciones por cada tratamiento, conformado por una unidad animal. Para la separación de medias de cada uno de los factores y de tratamientos en general se utilizó la prueba de Tukey al 5 %, para aquellas en donde se encontró significación o alta significación estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los habitantes del ecosistema andino por encima de 2 500 m s. n. m. las alpacas se convierten en una alternativa de crianza de animales productivos en zonas de difícil adaptación y manejo; sin embargo, tiene grandes dificultades que vencer como reducidas tasas de fertilidad, altos porcentajes de mortalidad, especialmente de las crías, menor crecimiento, piel reseca y escamosa; esto da como consecuencia baja calidad de la fibra y pobres ingresos económicos, cuestión que se ha verificado en trabajos sobre producción y calidad de fibra de alpacas en Ecuador y Perú (Apomayta *et al.*, 1998; González *et al.*, 2004; del Río, 2006; Frank *et al.*, 2006; Mena *et al.*, 2010) (Tabla 2).

Se puede apreciar que existen diferencias significativas ($P < 0,05$), donde el Se1E2 presentó la

mejor respuesta con un promedio de 74,33 kg y en el grupo 2 con promedio de 65,67 kg Zn2E2 tuvo efectos en el incremento del peso del animal. El tratamiento 4 fue el mejor y corresponde a la aplicación de selenio. Esto coincide con lo indicado por Ruiz *et al.* (2009) sobre del papel fisiológico del selenio en el animal, que está determinado por su participación como cofactor de distintas enzimas como la glutatión peroxidasa (Tabla 3).

Los tratamientos 3 (Se1E1) y 4 (Se1E2) presentaron los mejores resultados ($P < 0,05$), con un promedio de 3 cm. Hubo influencia en la longitud de la fibra por el tipo de alimentación; esto coincide con los reportes de Gutiérrez (2009) al destacar que, además de la nutrición proteica y de los factores de calidad, color y tamaño que tienen origen genético, los suplementos minerales con selenio y otros microelementos influyen positivamente en el crecimiento y la calidad de la fibra de alpaca (Ancassi, 2012), la que manifiesta también que el crecimiento adecuado de la fibra durante un año debe ser entre 12 y 14 cm.

En Perú, Hervas (2011) realizó varios diagnósticos serológicos que reportaron carencias importantes de zinc y cobre. Explica que el crecimiento del vellón adecuado para su comercialización debe alcanzar de 10 a 12 cm, de longitud en promedio/año e indica que este indicador depende del manejo del ganado, que es afectado directamente por el tipo de alimentación donde el suministro de microelementos es muy influyente (Tabla 4).

Al finalizar la investigación se observan efectos significativos donde el tratamiento (Se0E1) registró la mejor respuesta ($P < 0,05$) con promedio de 28 μm conjuntamente con el tratamiento (Se1E1), pertenecientes al grupo del selenio en relación a los tratamientos (Zn0E2) y (Zn1E1), mientras que en (Se1E2) y (Se2E2) se registraron los valores más altos, con promedio de 31 μm . La fibra de alpaca está constituida por proteínas ligadas como quelatos con minerales (Chávez, 2008; Guerrero *et al.*, 2009; Hervás, 2011; de Razo y McDowell, 2013).

Del Razo y Mc Dowell (2013) indican que la comprensión de los procesos de absorción y homeostasis del selenio y zinc tanto a nivel celular como orgánico ha recibido un enorme aporte, al descubrirse su papel como transportadores ubicados en las membranas plasmáticas y celulares, y

han desarrollado rutas específicas para regular la disponibilidad de este micronutriente y su interacción con el tejido de la fibra (Tabla 5).

La concentración de zinc en sangre se divide entre las células y el plasma, la mayor parte del zinc se encuentra en las células rojas sanguíneas. El selenio se encuentra presente en todas las células del cuerpo (Church, 2010). Por otra parte, no existen estudios sobre los niveles de referencia de contenidos de zinc y selenio en camélidos; sin embargo, la Empresa de Química Clínica S.A sugiere los 0,20 y 0,42 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para el elemento selenio, mientras que para el zinc el valor referencial es de 0,3 y 0,6 $\mu\text{g ml}^{-1}$.

El efecto de los tratamientos en los niveles de selenio y zinc en sangre de alpacas bajo la suplementación de microelementos se observa que el tratamiento 6 (Se2E2) presenta el mejor promedio con 0,53 $\mu\text{g ml}^{-1}$; en relación tratamiento 1 (Se0E1) con un promedio de 0,33 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Mientras que a los 90 días el tratamiento 6 (Se2E2) presenta un promedio de 0,51 $\mu\text{g ml}^{-1}$, respecto al tratamiento 1 (Se0E1) con 0,35 $\mu\text{g ml}^{-1}$.

El mejor tratamiento es el de 1,5 cc de producto, lo cual coincide con lo manifestado por Unger y Chiappe (2008), Cecana *et al.* (2008), Ruiz *et al.* (2009) y Quispe *et al.* (2009). Al evaluar el efecto de la variable dosis de zinc, el resultado del tratamiento Zn2E2 fue 0,49 $\mu\text{g ml}^{-1}$, en relación al tratamiento 7 con 0,30 $\mu\text{g ml}^{-1}$, respectivamente. Según Ancassi (2012) y Del Razo y McDowell (2013) el proceso de absorción de Zn es desde el lumen intestinal hacia el interior del enterocito, y el transporte es desde la célula hasta la sangre y hacia otros tejidos como la fibra y la piel.

Los efectos encontrados en el trabajo sobre el mejoramiento de la fibra y su posible relación con la genética mejorada y la nutrición proteica y mineral y como favorece la composición de la fibra son muy cercanos a los reportados por Lupton *et al.* (2006) y Montes *et al.* (2008) al estudiar estas características en alpacas australianas adaptadas a ecosistemas secos y, en el segundo caso en animales en los Andes Peruanos en la zona de Huancaavelica, lo que apunta a efectos de regionales o de localidad en la calidad textil de la fibra.

En relación similar a los planteamientos anteriores, coincidimos también con los importantes estudios de Mc Gregor *et al.* (2004) y Mc Gregor (2006) en Australia, los que evaluaron en alpacas en pleno período de producción del vellón la rela-

Efectos de la suplementación con microminerales en indicadores de producción y su residualidad en sangre, heces y orina de alpacas (*Lama lama*) en pastoreo

ción posible de distintos factores del manejo, alimentación, raciales y ambiente con sus características morfológicas y encontraron vínculos con distintos indicadores como época, suministro mineral y edad del animal y en alguna medida el color del pelaje (Tabla 6).

En forma general, se puede decir que la residualidad de los elementos depende de la edad de los animales, siendo mayor la residualidad del zinc con dosis (Zn0) en la edad (E2) de 3 a 5 años; en cambio el selenio presentó menor residualidad en los resultados generales, siendo la más alta la dosis (Se0) en la edad (E2). Para longitud de la fibra, el primer lugar lo ocupan los tratamientos 3 y 4 del primer grupo con un promedio de 3 cm. La fibra supera los 7 cm de crecimiento anuales como es requerido por la industria textil.

CONCLUSIONES

Se confirmó un efecto beneficioso en el peso vivo, calidad de la fibra en animales maduros de la suplementación con los microelementos Se y Zn, que mejoró las características fenotípicas de producción como el peso vivo, aunque manifestó residualidad en la orina de los animales con 3-5 años de edad.

REFERENCIAS

ANCASSI, M. (2012). *Guía técnica de mejoramiento genético en alpacas*. Puno, Perú: OAEPS.

DE LOS RÍOS, E. (2006). *Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú*. Extraído el 6 de marzo de 2015, desde <https://www.unido.org/file-storage>.

DEL RAZO, L. y MC DOWELLS, R. (2013). Effects of Dietary Level of Selenium and Grain on Digestive Metabolism in Lambs. *Czech Journal of Animal Science*, 58, (6), 253-262.

FRANK, E. N.; HICK, M. V. H.; GAUNA, C.D.; LAMAS, H.E; RENIERI, C. y ANTONINI, M. (2006). Phenotypic and Genetic Description of Fibre Traits in South American Domestic Camelids (Llamas and Alpacas). *Small Ruminant Research*, 61, 113-129.

GONZÁLEZ, M. (2004). *Longitud de mecha y diámetro de fibra de alpacas en comunidades de Puna seca (Ocuiviri, Lampa, Puno) y Puna húmeda (Pitumarca Canchis, Cusco)*. V Congreso mundial sobre camélidos, Riobamba, Ecuador.

GUTIÉRREZ, J. P.; GOYACHE, F.; BURGOS, A. y CERVANTES, I. (2009). Genetic Analysis of Six Production Traits in Peruvian Alpacas. *Livestock Science*, 123, 193-197.

HUANCA, A. N. (2007). *Defectos congénitos y hereditarios visibles en alpacas de dos zonas*

representativas de la region Puno. Cusco, Perú: APPA-ALPA.

LUPTON, C. J.; MCCOLL, A. y STOBART, R. H. (2006). Fiber Characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64, 211-224.

MCGREGOR, B. A. (2006). Production, Attributes and Relative Value of Alpaca Fleeces in Southern Australia and Implications for Industry Development. *Small Ruminant Research*, 61, 93-111.

MCGREGOR, B. A. y BUTLER, K. L. (2004). Sources of Variation in Fibre Diameter Attributes of Australian Alpacas and Implications for Fleece Evaluation and Animal Selection. *Austr. J. of Agr. R.*, 55, 433-442.

MONTES, M.; QUICANO, I.; QUISPE, R.; QUISPE, E. y ALFONSO, L. (2008). Quality Characteristics of Huacaya Alpaca Fibre Produced in the Peruvian Andean Plateau Region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6 (1), 33-38.

PARI, N. (2012). *Comportamiento del Mercado Mundial de la Fibra de Alpaca*. Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras en el Marco del Proyecto Binacional Alpaca.

POISSONNET, R. (2012). *Iniciativas de transformación de la fibra de alpaca por los alpaqueros y alpaqueras. Límites y oportunidades*. Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras en el Marco del Proyecto Binacional alpaca.

QUISPE, E. C.; RODRÍGUEZ, T. C.; ÍÑIGUEZ, L. R. y MUELLER, J. P.(2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú; Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia; Cochabamba, Bolivia; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

REYES, A. (2009). *Programa en mejoramiento de camélidos sudamericanos (PROCASUD)*. Facultad de Ciencias, Universidad de Huancavelica. Extraído el 18 de marzo de 2015, desde http://wiki.sumaqueru.com/es/Los_Cam%C3%A9lidos.

RUIZ, F.; RODRÍGUEZ, L. y GUTIÉRREZ, L. (2009). Evaluación de la eficiencia y tolerancia de una solución inyectable sobre la base de ADN, ATP, Aminoácidos, Vitamina B12 y Selenio en alpacas de la sierra central. *Agrovetmarket*, 6-11.

SEGOVIA, F. (2011). *La realidad de las alpacas en el Ecuador con énfasis en el caso de Chimborazo*. Riobamba, Ecuador.

UNGER, M. y CHIAPE, B. (2008). Importancia fisiológica de los minerales en el metabolismo oseo. *REDVET*, 29, 32-26.

VILCA, J. (2011). *La situación de los Hatos Alpaqueros de la UNOCANC en 2010*. Foro Realidad de las alpacas en el Ecuador. Cotopaxi, Ecuador.

Recibido: 25-1-2016

Aceptado: 15-2-2016

Tabla 1. Suplementación con microminerales

Dosis (ml)	Tratamientos		Edades
	Selenio	Zinc	
0,0	Se0	Zn0	E1: 1-3 años
1,0	Se1	Zn1	
1,5	Se2	Zn2	
0,0	Se0	Zn0	E2: 3-5 años
1,0	Se1	Zn1	
1,5	Se2	Zn2	

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre el peso de las alpacas

Tratamientos	0 días		30 días		60 días		90 días	
	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
Se0E1	51,33	b c	51,67	B	52,00	B	52,67	b
Se0E2	64,67	a b c	65,00	ab	65,33	Ab	66,00	ab
Se1E1	57,33	a b c	59,33	ab	61,67	ab	64,00	ab
Se1E2	71,67	a	72,67	a	73,00	a	74,33	a
Se2E1	58,33	a b c	57,67	ab	57,67	ab	59,33	ab
Se2E2	59,67	a b c	60,67	ab	62,00	ab	63,33	ab
Zn0E1	48	c	48,00	b	48,67	b	58,00	b
Zn0E2	67,33	a b	67,33	ab	68,00	ab	68,67	ab
Zn1E1	54,33	a b c	56,00	ab	57,00	ab	58,67	ab
Zn1E2	54	a b c	55,00	ab	56,67	ab	57,00	ab
Zn2E1	57	a b c	58,33	ab	59,00	ab	60,33	ab
Zn2E2	58	a b c	60,67	ab	63,33	ab	65,67	ab

a, b, c letras distintas representan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la longitud de fibra

Tratamientos	30 días		60 días		90 días	
	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
Se0E1	1,00	abc	2,17	ab	2,33	a
Se0E2	0,67	ac	1,67	a	2,17	a
Se1E1	1,17	ab	2,50	a	3,00	a
Se1E2	1,00	abc	2,17	ab	3,00	a
Se2E1	1,00	abc	2,33	a	2,83	a
Se2E2	0,93	bc	2,00	ab	2,33	a
Zn0E1	0,67	bc	1,17	bc	2,33	a
Zn0E2	0,50	C	1,00	c	2,00	b
Zn1E1	1,00	abc	2,33	ab	2,83	a
Zn1E2	1,00	abc	2,50	a	2,33	a
Zn2E1	1,17	ab	2,67	a	2,67	a
Zn2E2	1,33	a	2,50	a	2,83	a

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el diámetro de fibra (micras)

Tratamientos	Promedios
Se0E1	28,00 ^a
Se0E2	29,22 ^{ab}
Se1E1	28,00 ^a
Se1E2	31,00 ^c
Se2E1	29,22 ^{bc}
Se2E2	31,00 ^c
Zn0E1	30,00 ^c
Zn0E2	28,00 ^c
Zn1E1	28,00 ^c
Zn1E2	29,11 ^c
Zn2E1	28,11 ^c
Zn2E2	29,00 ^c

a, b, c superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Tabla 5. Efecto para tratamientos sobre los niveles de Se y Zn en sangre de alpacas

Tratamientos	0 días		90 días	
	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
Se0E1	0,33	ab	0,35	ab
Se0E2	0,34	ab	0,41	ab
Se1E1	0,41	ab	0,42	ab
Se1E2	0,43	bc	0,48	ab
Se2E1	0,45	bc	0,48	a
Se2E2	0,53	ab	0,51	a
Zn0E1	0,25	C	0,30	ab
Zn0E2	0,22	C	0,31	ab
Zn1E1	0,33	bc	0,42	ab
Zn1E2	0,50	ab	0,33	ab
Zn2E1	0,43	ab	0,41	b
Zn2E2	0,60	A	0,49	a

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en los niveles de Se y Zn residuales en la orina

Tratamientos	Promedios	Rangos
Se0E1	1,01	a
Se0E2	0,88	ab
Se1E1	0,59	c
Se1E2	0,58	c
Se2E1	0,97	a
Se2E2	0,75	bc
Zn0E1	1,02	a
Zn0E2	1,05	a
Zn1E1	0,71	bc
Zn1E2	0,63	c
Zn2E1	0,98	a
Zn2E2	1,01	a

a, b, c, superíndices diferentes en columna indicaron diferencias ($P < 0,05$)