

ARTÍCULO ORIGINAL

Variación en los niveles séricos de Calcio, Fósforo, Magnesio, Cobre y Zinc durante las distintas etapas productivas en cabras de leche en un tambo caprino del noroeste argentino

Vitulli-Moya G¹, Vázquez V², Martínez GM³, Colque-Caro LA², Medina-Vallejo DM¹, Suarez VH², Mattioli GA⁵, Rosa DE⁵, Micheloud JF^{1,2*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta, Argentina.

² Área de investigación en Salud Animal-IIACS Salta, CIAP - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

³ Grupo de Innovación en Sistemas Ganaderos, EEA Salta, INTA, Argentina.

⁴ Laboratorio de Nutrición Mineral, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

* Correspondencia: Juan F. Micheloud. INTA EEA Salta. Ruta Nacional 68 km 172
(CP: 4403) Cerrillos, Salta, Argentina. E-mail: micheloud.juan@inta.gob.ar

Recibido: 26 Julio 2020. Aceptado: 21 Septiembre 2020. Disponible en línea: 23 Septiembre 2020
Editor: R. Cerutti

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar los niveles séricos de calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), cobre (Cu), y zinc (Zn) en cabras lecheras en diferentes etapas productivas. Se seleccionaron 20 cabras de raza Saanen en diferentes estadios productivos: preparto (1 a 2 semanas previas al parto), posparto (1 a 2 semanas de lactancia), pico de lactancia (6 a 8 semanas de lactancia posparto) y período de seca (15 a 30 días de finalizada la lactancia) de un establecimiento lechero del valle de Lerma, Salta. Se colectaron muestras de sangre y se midieron los niveles séricos de Ca, Mg, Cu, y Zn empleando espectrofotometría de absorción atómica y P por colorimetría. Se identificó hipocalcemia ($7,7 \pm 0,2$ mg/dL) e hipofosfatemia ($3,4 \pm 0,4$ mg/dL) durante todas las etapas productivas. El Mg, por el contrario, presentó niveles adecuados durante todo el ensayo ($2,5 \pm 0,06$ mg/dL). Con respecto a los microminerales evaluados, solo los niveles séricos de Zn fueron inferiores a los recomendados en todos los periodos productivos (53 ± 4 µg/dL). Los niveles de Cu estuvieron dentro de los límites normales (53 ± 4 µg/dL). Estos resultados permitieron identificar anomalías en los niveles de Ca, P y Zn durante los periodos productivos evaluados. La información sobre deficiencias minerales en cabras es escasa y debe estudiarse más al respecto.

SUMMARY. Variation in serum levels of Calcium, Phosphorous, Magnesium, Copper and Zinc across productive stages of dairy goats in northwestern Argentina. The aim of this study was to evaluate the serum levels of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), copper (Cu), and zinc (Zn) in dairy goats in different productive periods. Twenty Saanen breed goats were selected at different productive stages: prepartum (1 to 2 weeks before partum), postpartum (1 to 2 weeks of lactation), peak of lactation (6 to 8 weeks postpartum) and dry period (15 to 30 days of the final lactation) of a dairy farm in the Valle de Lerma, in the province of Salta. Blood samples were collected and then, Ca, Mg, Cu and Zn levels were measured using atomic absorption spectrophotometry, and P was measured by colorimetric. Hypocalcaemia ($7,7 \pm 0,2$ mg/dL) and hypophosphatemia ($3,4 \pm 0,4$ mg/dL) were found in all production stages. In contrast, Mg levels did not present variation during all the samplings (2.5 ± 0.06 mg / dL). In evaluated micro-minerals, only the serum levels of Zn were lower than those recommended in all the productive periods (53 ± 4 µg / dL). Serum copper levels were within normal limits (53 ± 4 µg / dL). The obtained results allowed identifying abnormalities in Ca, P and Zn levels during the evaluated productive periods. Information about mineral deficiency in goats is restricted and it is needed to study more about it.

Palabras clave: Deficiencia mineral, cabras, hipocalcemia, hipofosfatemia

Keywords: Mineral deficiency, goats, hypocalcaemia, hypophosphatemia

Introducción

La producción caprina ofrece un gran potencial de desarrollo en el Noroeste Argentino (Paz, 2006). Las es-

tadísticas disponibles muestran que el stock caprino en esta región alcanza las 300.000 cabezas y que un alto porcentaje se encuentra en la provincia de Salta. En los Valles intermontanos, con clima templado y árido, la

producción de queso de cabra a escala familiar tiene un fuerte arraigo cultural y recientemente han surgido algunos establecimientos de escala empresarial (Suarez et al., 2016). En este contexto, los problemas sanitarios son una seria limitante productiva y se requieren medidas de control adaptadas a la región y a la escala productiva (Suarez et al., 2016). Los desórdenes nutricionales, incluidos deficiencias y desbalances minerales, ocasionan severas pérdidas en el ganado a nivel mundial (Suttle, 2010). En contraste, esta información es limitada en cabras lecheras, aunque se asume que estos desbalances pueden tener gran impacto productivo (Haenlein, 1980). Los perfiles minerales han sido ampliamente usados para monitorear las variaciones que ocurren según las distintas etapas productivas en bovinos (Hadzimusic y Krnic, 2012) y ovinos (Gürdoúan et al., 2006). Sin embargo, en cabras, la información a nivel nacional es restringida. Por este motivo, el objeto de este trabajo fue el de evaluar las variaciones de Ca, P, Mg, Cu y Zn en cabras lecheras a lo largo de las distintas etapas productivas en un tambo del Valle de Lerma, valle intermontano de la Provincia de Salta.

Materiales y Métodos

En el tambo caprino de la Estación Experimental Agropecuaria Salta de INTA, Cerrillos (Salta), se seleccionaron 20 cabras de raza Saanen. Las mismas fueron mantenidas dentro de la majada general y alimentadas a base de alfalfa (*ad-libitum*), con suplementación estratégica a base de grano [600 g/día de maíz partido y 20 g/día de sal mineral durante el ordeño ([®]Nutrefeed Lactancia). En la etapa de seca los animales accedieron a 200 g/día de maíz partido y al pastoreo de sorgo forrajero *ad libitum* mediante esquema de pastoreo rotativo.

Las cabras fueron muestreadas en 4 momentos según la fecha probable de parto: preparto (1 a 2 semanas previas al parto), posparto (1 a 2 semanas de lactancia), pico de lactancia (6-8 semanas de lactancia) y periodo de seca (15 a 30 días de finalizada la lactancia). Estos periodos fueron seleccionados en función de la curva de lactancia teórica de la majada bajo estudio (Martínez et al., 2018).

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción de la vena yugular, y se extrajo suero libre de hemólisis por centrifugación. Las determinaciones séricas de Ca, Mg, Cu y Zn se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica de llama (AAAnalyst 200, Perkin Elmer, Argentina), según indicaciones del fabricante. La determinación sérica de P se realizó mediante espectrofotometría UV-visible (Lambda 25, Perkin Elmer, Argentina) por el método del Fosfomolibdato, utilizando el kit Fosfatemia UV (Wiener Lab.).

Los resultados de las mediciones séricas de los macro y micro minerales fueron analizados obteniendo valores medios, mientras que las diferencias fueron deter-

minadas mediante ANOVA y test de comparación múltiple DGC. Las variaciones fueron consideradas significativas con un nivel de confianza de 0,05. Todos los datos fueron analizados con el software INFO STAT (Di Rienzo et al., 2008).

Resultados

Los valores medios de cada mineral se muestran discriminados por periodo productivo en la Tabla 1. En todas las etapas los niveles medios de Ca, P y Zn fueron inferiores a los valores de referencia. Los niveles de todos estos minerales, incluyendo el Cu, no evidencian diferencias significativas entre periodos a excepción del estadio de seca donde las cabras muestran niveles de P levemente superiores al observado en los restantes periodos ($p=0,0042$). En ese mismo periodo los niveles de Zn son significativamente más bajos que en el resto de los periodos ($p=0,0164$).

Al evaluar la proporción de cabras hipocalcémicas, se identificó que un gran porcentaje de los animales (60-80%) presentaron esta condición en las distintas etapas productivas bajo estudio. Del mismo modo, al clasificar los animales por sus niveles de Zn sérico se observó que entre el 55 y 85% de los individuos presentaban niveles inferiores a los mencionados como normales en la bibliografía (58-174 $\mu\text{g/dL}$) (Haenlein y Anke, 2011). Todos estos resultados se muestran en la Figura 1.

Discusión

Los resultados muestran que los niveles medios de calcemia se mantuvieron por debajo de los valores de referencia durante todos los periodos muestreados, lo que sugiere un bajo aporte o excesiva demanda del mineral. En cabras *Baladi* se registró una marcada hipocalcemia asociada al parto, con valores mínimos entre las dos últimas semanas preparto y una primera semana posparto (Azab y Abdel-Maksoud, 1999). Estos autores atribuyen esta disminución de la calcemia durante la gestación a una mayor demanda de Ca para la mineralización ósea fetal. Krajnicakova *et al.*, (2003) observaron hipocalcemia en cabras *White short-tailed* durante el puerperio y sugirieron que estaba relacionada con la producción de leche y el número de crías nacidas. Esto coincide con Brzeińska y Krawczyk (2010), quienes identificaron valores de calcemia más bajos durante la lactancia inicial y avanzada en cabras *Saanen* en Polonia. En contraste, en Paraguay, un trabajo llevado a cabo con esta misma raza, identificó un incremento en las concentraciones de Ca en la última etapa de gestación y en la lactancia (Román *et al.*, 2017). En cabras lecheras sobre sistemas extensivos, con poca presión de producción, pero con partos melliceros, la hipocalcemia preparto puede ser más frecuente que la presentación posparto (Oetzel, 1988). La hipocalcemia preparto predispone a partos distócicos en cabras. Cabras *Baladi* con partos anó-

malos presentaban calcemias preparto menores ($6,21 \pm 0,40$ mg/dL) que aquellas con partos normales ($8,46 \pm 0,79$ mg/dL) (El-Raey y El-Khaiat, 2017). Si bien en algunos casos la hipocalcemia al parto resulta asintomática (Azab *et al.*, 1999), resta aún evaluar si la hipocalcemia subclínica no se asocia a consecuencias productivas y reproductivas como ocurre en bovinos (Rodríguez *et al.*, 2017).

En el presente trabajo, los valores de P sérico resultaron más bajos durante las etapas de mayor requerimiento, como preparto, posparto y el pico de lactancia. Resultados similares fueron registrados por Brzezinska y Krawczyk, (2009), quienes informaron concentraciones más bajas al final de la gestación y al inicio de la lactancia. Durante esta etapa, los animales son más vulnerables ya que el organismo debe proporcionar en un corto intervalo de tiempo grandes cantidades de Ca y P para la producción de leche (Hadzimusic y Krnic, 2012). Las fosfatemias podrían también descender al parto producto del bajo consumo de alimento, por lo cual se asocian a cetosis clínicas (Akkaya *et al.*, 2020), y también por la pérdida de P hacia leche, con una concentración promedio mayor que en bovinos y que supera al g/L (Parka *et al.*, 2007). La hipofosfatemia al

parto se asocia a edemas mamarios en cabras productoras de leche (Suliman *et al.*, 2018). Incluso, aún dentro del rango normal, cabras con partos distócicos presentaron menores valores de P sérico ($4,21 \pm 0,51$) que aquellas con partos normales ($6,98 \pm 0,96$) (El-Raey y El-Khaiat, 2017). Cuando el origen de las hipofosfatemias es el bajo aporte dietario de P las cabras presentan menor digestibilidad ruminal y menor producción lechera (Müschen *et al.*, 1988). Sin embargo, aunque todos estos signos pueden haber ocurrido en la majada; no es posible atribuirlos exclusivamente a la hipofosfatemia debido a la inespecificidad de los mismos.

Con respecto al Mg, no se observaron cambios significativos en los periodos evaluados y los niveles séricos de este mineral se mantuvieron dentro del rango de referencia para la especie. Resultados similares fueron obtenidos en cabras Saanen en Paraguay por Román y col (2017) y por Brzezińska y Krawczyk (2010) en Polonia. Dichos autores señalan que el estado fisiológico de las cabras tiene poca influencia en las magnesemias.

Tabla 1. Niveles medios de calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), cobre (Cu) y zinc (Zn) en distintas etapas productivas de cabras lecheras. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Ref.=Valor de referencia. (*NRC, 2007, **Haenlein y Anke, 2011).

Periodo	N	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	Mg (mg/dL)	Cu (µg/dL)	Zn (µg/dL)
Preparto	20	7,80±0,15 A	2,94±0,17 A	2,52±0,05 A	104±6 A	58±2 B
Posparto	18	7,43±0,16 A	3,22±0,17 A	2,46±0,05 A	101±7 A	54±2 B
Pico de lactancia	15	7,55±0,18 A	3,39±0,19 A	2,46±0,06 A	93±7 A	52±2 B
Secas	14	7,91±0,18 A	3,91±0,20 B	2,36±0,06 A	100±7 A	48±2 A
Ref.		9-12*	4-6*	1,8-3,5*	80-150*	58-174**

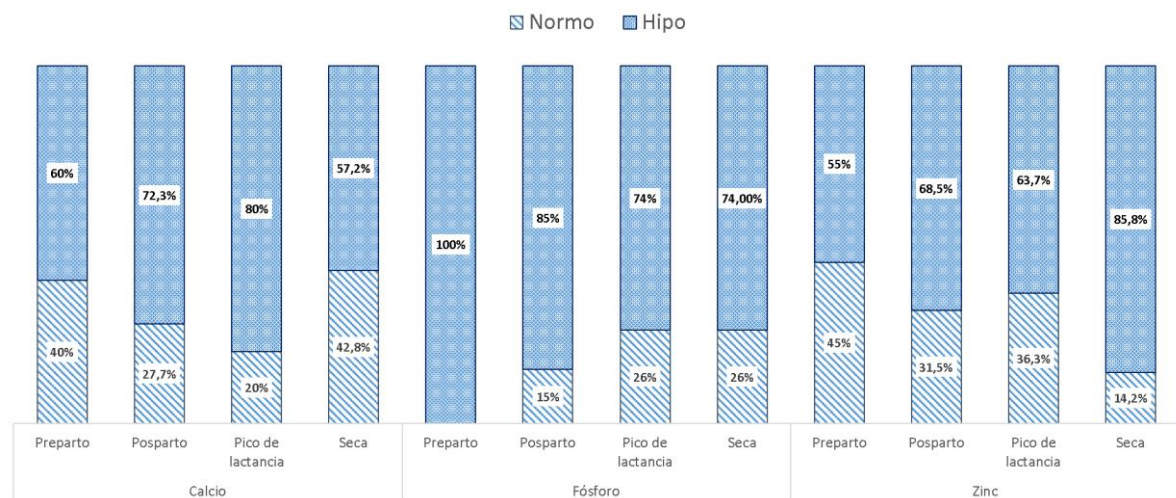


Figura 1. Distribución porcentual de cabras con niveles adecuados y subnormales de Calcio, Fósforo y Zinc en distintas etapas productivas.

En concordancia, estudios realizados por Samardzija (2011) en Croacia, y por Krajnicakova (2003) en Eslovaquia, también reportaron que los valores de Mg se encontraban dentro de los valores de referencia durante el puerperio y no mostraban diferencias significativas entre etapas. La menor susceptibilidad del caprino a la hipomagnesemia podría deberse a que su leche posee menor concentración de Mg que el ovino (Khan et al, 2006) y que el bovino (Merkel et al., 1992). Sin embargo, Azab et al., (1999) evaluaron las magnesemias entre las 4 semanas previas y posteriores al parto y las compararon con los niveles previos a la gestación, y observaron el valor más bajo al momento del parto. Por otro lado, cabras con partos distócicos presentaron menor magnesemia ($2,33 \pm 0,24$ mg/dL) que aquellas con partos normales ($3,28 \pm 1,40$ mag/dL) (El-Raey y El-Khaiat, 2017). Como ocurre en bovinos, la tetania hipomagnesémica es una presentación frecuente y mortal en sistemas extensivos y sin suplementación mineral (Simões y Gutiérrez, 2017).

Las concentraciones de Cu se encontraron dentro de los valores normales durante todas las etapas productivas evaluadas. Contrariamente, estudios previos llevados a cabo en la misma región en sistemas de producción semi-intensiva de leche caprina se señalaron niveles bajos de Cu ($0,54 \pm 0,06$ ppm) (Suárez et al., 2017). Vázquez-Armijo et al., (2011) estudiaron en cabras mestizas del sur de México, observaron valores más elevados de Cu durante la lactancia, pero sugieren que estas variaciones pueden estar sujetas al área geográfica, dieta, época del año y cambios bioquímicos y/o enzimáticos de la sangre. Otro factor importante es que la leche posee valores mínimos de Cu, por lo cual el requerimiento en lactancia es bajo (Suttle, 2010). En sistemas extensivos se debe tener precaución con los cabritos en crecimiento, que poseen mayores requerimientos de Cu y su carencia genera menores ganancias de peso (Haenlein y Anke, 2011).

Nuestros resultados indican que los niveles medios de Zn son marginales, especialmente en período de seca. En coincidencia, Vázquez-Armijo et al. (2001) observaron que las zincemias varían significativamente con el estado reproductivo y la época del año. Ahmed et al. (2001), en un estudio realizado en cabras Nubian, informaron menores zincemias en gestación y las asociaron al elevado requerimiento del feto o la baja absorción de Zn por los animales preñados. Posiblemente muchas diferencias entre autores se deban a la existencia de múltiples interferencias que condicionan la disponibilidad del Zn dietario (Haenlein y Anke, 2011). La deficiencia clínica de Zn en cabras se manifiesta especialmente con lesiones dermatológicas, que ya han sido informadas en "pygmy goats" (Nelson et al., 1984) y Angoras (Reuter et al., 1987).

Al igual que ocurre con otras especies, durante la gestación avanzada y comienzos de lactancia, tiene lugar un gran intercambio de nutrientes; produciéndose variaciones bruscas en su excreción y secreción mineral

que pueden ocasionar severos desequilibrios metabólicos de los minerales (Martens y Schweigel, 2000). Antes del parto, los rumiantes se ven exigidos metabólicamente debido a un profundo balance energético negativo resultado de una reducción en la capacidad de ingesta y el incremento de los requerimientos por una mayor la demanda fetal y de una lactancia inminente (Seifi y Kia, 2018).

Las concentraciones medias de Ca, P y Zn en suero fueron inferiores al valor de referencia, mientras que los niveles medios de Mg y Cu fueron adecuados en todos los períodos productivos evaluados. La gestación y lactancia afectaron algunos minerales, de modo que durante el período seco fueron menores los niveles de Zn y más altos los de P.

Estos resultados sugieren riesgos sanitarios y productivos asociados a desbalances en carencias de Ca, Zn, y P en cabras lecheras en el Valle de Lerma. Considerando los riesgos potenciales de las carencias minerales en estas categorías de cabras lecheras y la limitada información sobre el tema, surge la necesidad de ampliar los estudios que colaboren con un sistema productivo en crecimiento.

Agradecimientos

Los autores quieren hacer llegar su agradecimiento a los Sres. Emilio y José Alfaro por el cuidado de los animales durante el ensayo. Este trabajo fue financiado con fondos de INTA y el Consejo de Investigaciones de la UCASAL.

Bibliografía

- Ahmed MM, Hamed TF, Barri ME. 2001. Variation of zinc and copper concentrations in the plasma of Nubian goats according to physiological state. *Small Rum. Res.* 39: 189-93.
- Akkaya, F., Senturk, S., Mecitoğlu, Z., Kasap, S., Ertunc, S., & Kandemir, C. 2020. Evaluation of metabolic profiles of Saanen goats in the transition period. *J. Hellenic Vet. Med. Soc.* 71: 2127-2134.
- Azab ME, Abdel-Maksoud HA. 1999. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. *Small Rum. Res.* 4: 77-85.
- Brzezińska M, Krawczyk M. 2009. Changes of the mineral profile of serum of goats in various physiological states. *J. Elementol.* 14: 649-656.
- Brzezińska M, Krawczyk M. 2010. The influence of pregnancy and lactation on the magnesium and calcium concentration in goats' blood serum. *J. Elementol.* 15: 31-37.
- Di Rienzo, JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzales L, Tablada M, Robledo CW. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- El-Raey, M., El-Khaiat, HM. 2017. Anion gap as bio-diagnostic index in prediction of dystocia, retained placenta and delayed uterine involution of Baladi goat (Field study). *Asian Pac. J. Reprod.* 6: 231-237.
- Gürdoğan F, Yildiz A, Balıkcı E. 2006. Investigation of serum Cu, Zn, Fe and Se concentrations during pregnancy (60, 100 and 150 days) and after parturition (45 days) in single and twin pregnant sheep. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30: 61-64.
- Hadzimosic N., Krnic J. 2012. Values of calcium, phosphorus and magnesium concentrations in blood plasma of cows in dependence on the reproductive cycle and season. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 38: 1-8.
- Haenlein GF. 1980. Mineral nutrition of goats. *J. Dairy Sci.* 63: 1729-48.
- Haenlein GF, Anke M. 2011. Mineral and trace element research in goats: A review. *Small Rum. Res.* 95: 2-19.
- Khan ZI., Ashraf M., Hussain A., McDowell LR. 2006. Concentrations of minerals in milk of sheep and goats grazing similar pastures in a semiarid region of Pakistan. *Small Rumin. Res.* 65: 274-278
- Krajničáková MĀ, Kováč GA, Kostecký MA, Valocký IG, Maraček IM, Šutiaková IR, Lenhardt ĽU. 2003. Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 47: 177-82.
- Martens H, Schweigel M. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias: implications for clinical management. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice.* 2000 Jul 1; 16 (2):339-68.
- Martínez GM, Jurado León JM, Suarez VH, Barba Capote C. 2018. Determinación de la curva de lactancia de cabras Saanen del noroeste argentino. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias* 17: 6-11.
- Merkel RC, McDowell LR, Popenoe HL, Wilkinson NS. 1992. Comparison of the mineral content of milk and calf serum from water buffalo and Charolais cattle. *Buffalo J.* 8: 9-15.
- Müschen H, Petri A, Breves G, Pfeffer E. 1988. Response of lactating goats to low phosphorus intake 1. Milk yield and faecal excretion of P and Ca. *J. Agricul. Sci.* 111: 255-263
- National Research Council (NRC). 2007. Committee on the Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture, Natural Resources, Division on Earth, Life Studies. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. USA, Washington D.C., The National Academies Press. 384 pp.
- Nelson DR, Wolff WA, Blodgett DJ, Luecke B, Ely RW, Zachary JF. 1984. Zinc deficiency in sheep and goats: three field cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 184: 1480-1485.
- Oetzel GR. 1988. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 4: 351-364
- Parka YW, M.Juárez M, Ramos M, Haenleind GFW. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum. Res.* 68: 88-113
- Paz RG. 2006. El Complejo Agroindustrial Lechero Caprino Argentino. Iniciativas para su desarrollo y mejora de la competitividad global. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires.
- Reuter R, Bowden M, Besier B, Masters H. 1987. Zinc responsive alopecia and hyperkeratosis in Angora goats. *Aus. Vet. J.* 64: 351-352.
- Rodríguez EM, Arís A, Bach A. 2017. Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci* 100: 7427-7434.
- Román S, Núñez ML, Frutos RZ. 2017. Macro minerales seleccionados en sangre de caprinos del Paraguay: análisis de calcio y magnesio en cabras lecheras de la raza Saanen durante el periodo de transición pre y post-parto. *Rev. Soc. Cient. Paraguay* 22: 75-86.
- Samardžija M, Dobranić T, Lipar M, Harapin I, Prvanović N, Grizelj J, Gregurić Gračner G, Dobranić V, Radišić B, Đuričić D. 2011. Comparison of blood serum macromineral concentrations in meat and dairy goats during puerperium. *Veterinarski arhiv.* 81: 1-11.
- Seifi HA, Kia S. 2018. Subclinical hypocalcemia in dairy cows: Pathophysiology, consequences and monitoring. *Iranian J. Vet. Sci. Tech* 9: 1-5.
- Simões J, Gutiérrez C. 2017. Nutritional and Metabolic Disorders in Dairy Goats. In: Sustainable Goat Production in Adverse Environments: Volume I. Springer, Cham. pp. 177-194.
- Suarez VH, Dodero AM, Nieves JD, Martínez GM, Bertoni EA, Salatin AO, Viñabal A, Grossberger G, Brihuega BF, Romera SA, Pinto GB. 2016. Presencia de enfermedades en majadas caprinas de las quebradas áridas de Jujuy y Salta, Argentina. *Vet. Arg.* 33: e342.
- Suárez, V.H., Dodero, A.M., Almudevar F.M., Bertoni, E.A., Salatin, A.O, Viñabal, A.E., Saldaño, R., Martínez, G.M., Micheloud, J.F., Fiorentino, MA., Brihuega, B., Romera S.A. 2017. Presencia de enfermedades y prácticas de manejo en majadas caprinas de los valles templados del noroeste Argentina. *Vet. Arg.* 34: e356.
- Suliman MS, Salim NG, Mukhtar AKM, Abdalla RO. 2018. Association between postparturient udder edema and hypophosphatemia in a cross-bred doe goat: a case report. *U. of K. J. Vet. Med. Anim. Prod.* 9: 93-97.
- Suttle NF. 2010. Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition. Cabi, Oxfordshire, UK. 587 pp.
- Vázquez-Armijo JF, Rojo R, López D, Tinoco JL, González A, Pescador N, Domínguez-Vara IA. 2011. Trace elements in sheep and goats reproduction: a review. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 14: 1-3.