

Artículo de investigación

Niveles de zinc en suero de caninos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Serum zinc levels in dogs of the Autonomous City of Buenos Aires, Argentine

José Manuel Bottini*¹; Eduardo Alvarez¹; Tamara Duran²; Esteban Rosico²; Emilio De Simone¹¹ Cátedra de Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires² Actividad privada, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

*e-mail: mbottini@fvvet.uba.ar

(Recibido 4 de abril 2020; aceptado 30 de junio 2020)

RESUMEN

El zinc cumple múltiples funciones en el organismo y es necesaria una dieta balanceada que evite posibles deficiencias. Se realizó un muestreo en 82 caninos de 10 jurisdicciones de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con el objetivo de determinar los niveles de zinc en suero y evaluar si existen variaciones significativas en los mismos siguiendo una clasificación de acuerdo a su rango etario, índice de condición corporal; y la jurisdicción (barrio) al cual pertenecen los animales. Estimar los niveles en suero parece ser el mejor marcador del estado corporal de este metal, aunque existen variaciones tanto endógenas como exógenas que dificultan obtener una medición exacta que refleje dicho nivel. Como resultado se obtuvieron los valores de zinc en suero (media $\pm$ desvío estándar) 120.9 ± 38.6 $\mu\text{g/dl}$ del total de caninos muestreados. No se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los niveles de zinc en los animales agrupados por edad o por su índice de condición corporal. Sin embargo, fueron halladas diferencias significativas entre los niveles de zinc al comparar los animales según el barrio al cual pertenecen, esto puede ser un indicador de una dieta deficiente en este mineral.

Palabras clave: zinc; suero; caninos; dieta; Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ABSTRACT

Zinc fulfills multiple functions in the body and a balanced diet is necessary to avoid possible deficiencies. A sampling was carried out in 82 canines from 10 jurisdictions of the City of Buenos Aires with the objective of determining serum zinc levels and evaluating if there are significant variations in them following a classification according to their age range, body condition index, and the jurisdiction (neighborhood) to which the animals belong. Estimating serum levels seems to be the best marker of the body status of this metal, although there are both endogenous and exogenous variations that make it difficult to obtain an accurate measurement that reflects this level. As a result, serum zinc values (mean $\pm$ standard deviation) 120.9 ± 38.6 $\mu\text{g/dl}$ were obtained from the total of canines sampled. No significant differences were found when zinc levels were compared in animals grouped by age or by body condition index. However, significant differences were found between the zinc levels when comparing the animals according to the neighborhood to which they belonged, this may be an indicator of a diet deficient in this mineral.

Keywords: zinc; serum; canines; diet; Autonomous City of Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

El zinc (Zn) es un metal pesado muy abundante en la tierra con un número atómico de 30, desde el punto de vista nutricional es considerado un micronutriente. Se distribuye de forma ubicua en el organismo, en los animales se encuentra formando parte de proteínas enzimáticas siendo componente de más de 300 metaloenzimas, entre ellas la familia de las metalotioneínas. Participa en funciones tales como: señalización celular, neuro-modulación, reacciones redox, respuesta inmune apoptosis y respiración celular¹. Este micronutriente es esencial para el desarrollo y reproducción de los caninos siendo partícipe de múltiples funciones.

Un 85% del Zn corporal total se encuentra en tejido

muscular y óseo, también se describen altos niveles en hígado y piel. El pelo o lana también puede contener grandes cantidades de Zn. En plasma se une firmemente a la α_2 -macroglobulina y con menor afinidad a proteínas como la ceruloplasmina y la transferrina, viajando un 60% del mismo unido a albúmina, en una asociación lábil. En sangre, el 90% se encuentra dentro del glóbulo rojo unido a metaloproteínas como la anhidrasa carbónica².

Dentro de los alimentos incluidos en la industria alimenticia animal que contienen este micronutriente, los granos de cereales suelen contener 30 ppm, la harina de pescado y la harina de carne pueden contener 90-100 ppm. La harina de soja y el maní contienen aproximadamente 50-70 ppm. El nivel de ingesta de Zn dependerá del tipo de alimentación que reciba el animal, siendo generalmente

alimentados con productos balanceados los cuales no deben superar los 1000 ppm, que según el Subcomité de Toxicidad Mineral en Animales (EEUU, 1980)³, es el valor a partir del cual se pueden manifestar signos de toxicosis. Así mismo, es importante el estado en que se encuentre este micronutriente, ya que el reemplazo del suministro de Zn inorgánico por Zn orgánico o quelado en la dieta facilita su biodisponibilidad y mejora las características del pelaje^{4,5}; también el estado de los sistemas antioxidantes y la respuesta inmune en ratas⁶. Por otra parte, el agua de bebida potabilizada para consumo humano debe contener como máximo 5 mg/L de este mineral⁷, siendo esta fuente generalmente la misma que beben los animales domésticos.

Cuando se alcanzan los niveles tóxicos, solo descriptos en aquellos casos de ingestión accidental de un metal que contenga Zn, en el perro se pueden presentar diversos signos, los más importantes son anemia de tipo hemolítica, leucograma inflamatorio, hematuria, elevación de enzimas hepáticas (ALT/AST)⁸ y pancreáticas, bilirrubinemia y azotemia. También se puede observar vómitos y diarrea. La anemia, producto de una hemólisis intravascular mediada por Zn, se asocia al incremento de la actividad oxidativa que causa aumento de la fragilidad eritrocitaria⁹. Se observa también la formación de cuerpos de Heinz, aunque no se pudo probar una relación causal entre los niveles plasmáticos de Zn y los mismos¹⁰.

En el extremo inferior del rango de ingesta sugerido (1-3 mg/kg)¹¹, dietas deficientes en el aporte de este micronutriente producen una sintomatología detallada por varios autores que incluye: retraso del crecimiento en cachorros y gatitos, hipogonadismo, oligospermia, incapacidad para establecer o mantener una preñez, una reducción en el tamaño de la camada⁴, disfunción inmune contra microorganismos, alopecia, eritema, formación de costras, descamación, paraqueratosis, inflamación de la piel y cicatrización tardía de la herida^{2,12}. En ratones, además existe evidencia del aumento de lípidos plasmáticos que derivan en eventos ateroscleróticos¹³.

A pesar de su baja especificidad y sensibilidad, la medición del nivel de zinc en suero o plasma parece ser el biomarcador más utilizado y aceptado para conocer el estado de este mineral en el organismo¹⁴. Aunque existen varios trabajos que determinan los niveles de zinc en suero o plasma para varias especies, diversos cambios fisiológicos en el animal pueden modificar estos valores¹⁵.

El objetivo de este trabajo es determinar los niveles de Zn en suero de muestras obtenidas de caninos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), y evaluar si existen variaciones significativas en los mismos, según su rango etario, índice de condición corporal; y la jurisdicción (barrio) al cual pertenecen los animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se tomaron muestras de sangre de 82 animales de 10 barrios, seleccionados al azar, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Figura 1), Argentina. La población se encontraba formada por caninos mestizos y de distintas razas (Figura 2), en edades comprendidas entre los 6 meses y los 7 años, formando categorías de acuerdo con el índice de condición corporal (ICC) según un score con la escala de WSAVA¹⁶ de 1 a 9, siendo 1-3: debajo del ideal, 4-5: ideal, 6-9: sobre el ideal.

Todos ellos eran alimentados con distintas marcas de balanceados comerciales de diferentes calidades, presentándose al momento de la toma de muestra clínicamente sanos y bajo la tenencia de un propietario responsable que autorizó de forma escrita el procedimiento. El periodo de toma de muestra comenzó en el mes de enero de 2019 y se extendió hasta fines del mes de mayo del mismo año.

Se realizaron 3 tipos de clasificación, una por edad, otra por ICC y por último una por barrio siguiendo los siguientes criterios: de acuerdo a la edad se reunieron los animales en 3 grupos etarios: cachorros (6 a 12 meses), adultos jóvenes

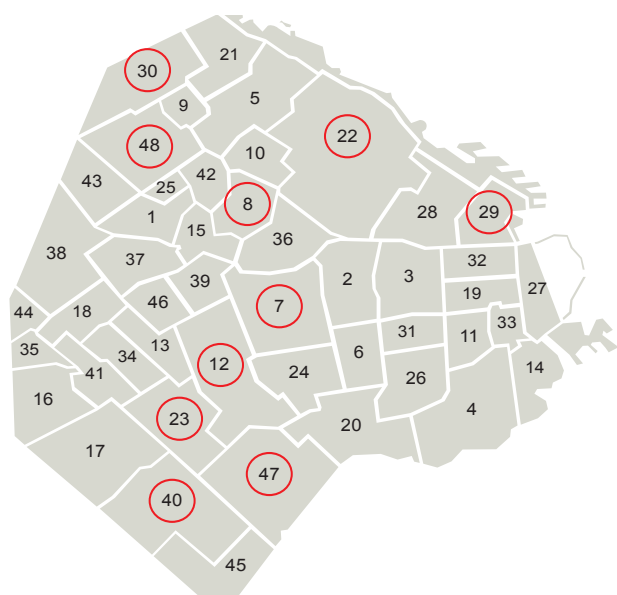


Figura 1: Mapa de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Distribución de los barrios muestreados (rojo): 7: Caballito, 8: Chacarita, 12: Flores, 22: Palermo, 23: Parque Avellaneda, 29: Retiro, 30: Saavedra, 40: Villa Lugano, 47: Villa Soldati, 48: Villa Urquiza.

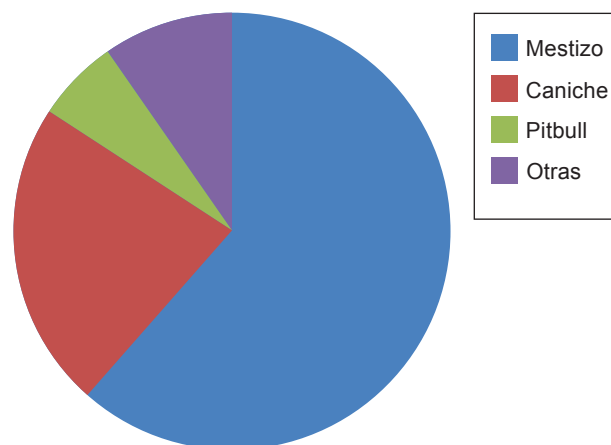


Figura 2: Composición de la muestra de 82 caninos por raza.

(12 a 18 meses) y adultos (1.5 a 7 años); según su ICC, se dividieron en dos grupos el primero conteniendo aquellos individuos con score entre 1 y 3, el segundo grupo con animales de score comprendido entre 4 y 9; y por último, se agruparon los individuos según el barrio al cual pertenecían.

Toma y preparación de muestras

Las muestras de sangre fueron tomadas durante la mañana, luego de un periodo de ayuno de 12 horas. Se realizó la extracción de sangre de la vena cefálica, obteniendo en todos los casos un volumen entre 3-5 ml de sangre sin anticoagulante, recolectada en tubos de vidrio previamente tratados, los cuales se conservaron a temperatura ambiente por aproximadamente dos horas para formación y retracción del coágulo. Las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta su llegada al laboratorio, donde fueron centrifugadas para la obtención del suero, fraccionadas y conservadas a -20°C hasta su utilización.

Determinación de la concentración de zinc

De cada muestra de suero se tomó 1 ml y se diluyó en 1 ml de agua destilada para su procesamiento. La medición del nivel de Zn fue analizada por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un equipo Shimadzu Co AA-646 con lámpara de cátodo hueco¹⁷. La medición se realizó con una longitud de onda de 213.9 nm. Se realizó

la curva de calibración con dos puntos (50-100 ppm).

Análisis estadístico

Se utilizó el software GraphPad Prism 6 (versión 6.01) para Windows para realizar el estudio estadístico de los distintos grupos estudiados, los datos fueron analizados usando una t-Student para grupo ICC y ANOVA no paramétrica para grupo etario y barrios; $p < 0.05$ se consideró significativo.

RESULTADOS

Se obtuvo la media y su desvío estándar para los niveles en suero de Zn en el total de los individuos muestreados, resultando en 120.9 ± 38.6 µg/dl, respectivamente. El mismo análisis se realizó por barrio (Tabla 1).

En los grupos etarios (Figura 3) se compararon los niveles de Zn y no se observaron diferencias significativas para las diferentes edades ($p > 0.05$). Tampoco se observaron diferencias significativas entre los dos grupos de índice de condición corporal (Figura 4) ($p > 0.05$). Sin embargo, en el análisis estadístico según la distribución en los barrios se obtuvieron diferencias significativas entre Palermo-Chacarita, Palermo-Parque Avellaneda y Palermo-Retiro, las concentraciones de zinc sérico en el barrio de Palermo eran significativamente mayores en comparación con los barrios de Chacarita, Parque Avellaneda y Retiro ($p < 0.05$).

Tabla 1: Nivel de Zn (µg/dl) en suero de 82 caninos agrupados según el barrio al que pertenecen.

Barrio	n	Media $\pm$ DS
Caballito	3	100.3 $\pm$ 33.38
Chacarita	10	104.5 $\pm$ 14.91
Flores	7	128 $\pm$ 42.16
Palermo	6	176.8 $\pm$ 31.72
Parque Avellaneda	8	108.3 $\pm$ 18.11
Retiro	7	90.39 $\pm$ 21.32
Saavedra	11	129 $\pm$ 52.29
Villa Lugano	23	124.5 $\pm$ 39.16
Villa Soldati	2	124.9 $\pm$ 34.12
Villa Urquiza	5	115.7 $\pm$ 20

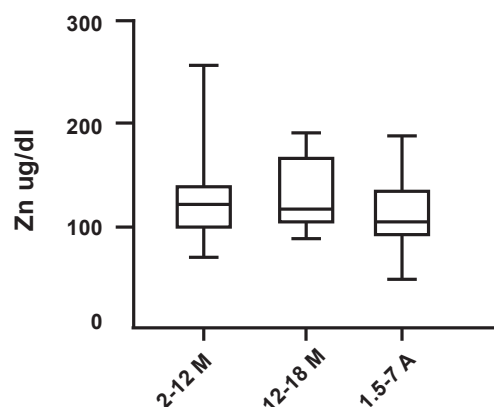


Figura 3: Concentración media y desvío estándar (µg/dl) de Zn en 82 caninos según su rango etario. M: meses A: años.

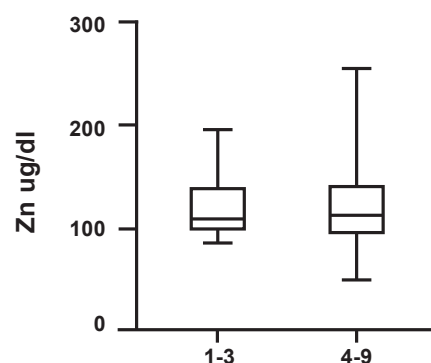


Figura 4: Concentración media y desvío estándar (µg/dl) de Zn en suero de 82 caninos según su score de ICC. 1-3 (debajo del ideal), 4-9 (ideal o sobre el ideal).

DISCUSIÓN

Varios autores informan los niveles medios de zinc en su población estudiada. En este trabajo se calculó la media de este metal en una muestra de 82 caninos de la CABA y se comparó con las descriptas por los trabajos revisados (Tabla 2), existe una gran variación entre ellas teniendo en cuenta que los valores comparados pertenecen a individuos clínicamente sanos en todos los casos.

Distintos factores pueden producir variaciones de los niveles de zinc en sangre de animales clínicamente sanos. La ingesta de alimentos o el agua de bebida son las vías de ingreso al organismo, por lo tanto la concentración de este micronutriente en la dieta puede determinar niveles deficientes o tóxicos. Por otro lado, el estado químico en que este micronutriente se encuentra puede generar modificaciones en la cantidad suministrada. La concentración de Zn en la dieta se puede reducir en un 50% si se administra como nicotinato de Zn sin afectar las funciones normales⁴. También la absorción se puede ver reducida, esto fue observado en animales de experimentación, con insuficiencia pancreática exocrina inducida, y podría deberse a la falta de un factor

pancreático que mejoraría dicho proceso en comparación de lo que ocurre con animales sanos²⁵.

Factores intrínsecos como el estrés o edades comprendidas entre los 1.5 y 12 años, con un pico máximo en los 7.5 años, se asocian con aumento de los niveles de Zn en suero de caninos, mientras que animales fuera de ese rango etario muestran niveles más bajos¹⁹. La hora del día, el ayuno y las proteínas séricas parecerían producir variaciones entre suero y plasma, aunque Kiellerich y col.²⁶ en su estudio no encontraron diferencias significativas. Factores extrínsecos, como la contaminación durante la recolección de la muestra y la temperatura ambiental, se correlacionan positivamente con aumento de los niveles, así como la hemólisis producida en la toma de muestra. Se suma a estos últimos la diferencia de tiempo entre recolección y procesamiento de la muestra²⁷. Componentes intrínsecos como la hemólisis intravascular aumentan los niveles de Zn debido al alto contenido de éste dentro de los glóbulos rojos²⁸. Se pueden encontrar variaciones de un 20% en los niveles de Zn si tenemos en cuenta todos estos factores¹⁹.

Por último, el procesamiento de la muestra y el método de análisis también podrían ser factores que contribuyan

Tabla 2: Nivel de Zn (µg/dl) en suero canino según los distintos autores.

Referencias	n	Media ± DS
Van Den Broek y col. ¹⁸	150	66.69 ± 19.35
Logas y col. ¹⁹	28	153 ± 37
Dimri y col. ²⁰	23	119 ± 17
Mert y col. ²¹	72	73 ± 5
Seyrek y col. ²²	10	62.05 ± 7.59
Tomza-Marciniak y col. ²³	48	152.3 ± 5.6
Soltanian y col. ²⁴	14	59.34 ± 22.6

a las variaciones observadas. Entre los autores revisados encontramos diferencias en los tipos de recipientes utilizados, el tiempo de formación de coágulo, temperatura y procesamiento del suero previo al análisis; respecto a este último, el método analítico fue realizado en algunos casos con kits comerciales y en otros con espectrofotometría de absorción atómica con modelos de equipos y longitudes de onda que difieren entre autores. Dentro de los niveles de Zn detallados en la tabla 2, uno de los valores más elevados es informado por Tomza-Marciniak y col.²³, quienes realizan un procesamiento de la muestra en donde la misma es mineralizada previo a su análisis por espectrometría; en el otro extremo, el valor más bajo es el informado por Soltanian y col.²⁴, quienes utilizan un kit comercial y un auto analizador para realizar las mediciones.

Según lo enunciado anteriormente, factores extrínsecos como la toma y procesamiento de la muestra puede generar variabilidad de los valores obtenidos, es por eso que en este trabajo se utilizaron tubos de recolección inertes y se descartaron aquellas muestras ictericas o hemolizadas con la intención de minimizar los errores de muestreo. El método de análisis, antes mencionado, se realizó por espectrofotometría de absorción atómica.

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en los grupos etarios, en contraposición a lo informado por Logas y col.¹⁹. En cuanto al índice de condición corporal, una herramienta de evaluación nutricional¹⁶, tampoco pudieron hallarse diferencias significativas. Por otra parte, el análisis estadístico realizado en los grupos por barrio indica que Palermo presenta mayores niveles de Zn, y muestra diferencias significativas en comparación con los barrios de Chacarita, Parque Avellaneda y Retiro. Podemos inferir que la composición de la dieta del animal en cuanto a la calidad del balanceado suministrado y/o la fuente de

agua a la cual acceden en dichos barrios sería deficiente. Esto podría ser consecuencia de distintos componentes socioeconómicos propios de cada barrio.

CONCLUSIONES

Resulta difícil establecer un rango de valores normales de Zn en suero en caninos debido a los múltiples factores que pueden producir su variación. Sin embargo, hasta el momento no hay evidencias de trabajos que informen valores para la población de caninos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, siendo éste el primer trabajo. Se requiere investigación continua dirigida al desarrollo de pruebas más ajustadas para evaluar el estado del Zn en suero; actualmente una técnica fluorométrica rápida, sensible y específica permite medir en plasma u otros fluidos corporales niveles de Zn²⁹. De esta forma, se puede determinar qué individuos tienen riesgo de deficiencia y así optimizar la suplementación en estados de salud y enfermedad.

Por último, las diferencias halladas en los barrios son indicio de una posible deficiencia de este mineral debido probablemente a una baja calidad del alimento suministrado ya que en los barrios con animales de bajos niveles de Zn las características socioeconómicas observadas al momento del muestreo se relacionan con habitantes de asentamientos precarios.

Conflictos de interés

Todos los autores declaran que no existe conflicto de intereses, incluyendo las relaciones financieras, personales o de otro tipo con otras personas u organizaciones que pudieran influir de manera inapropiada en el trabajo.

REFERENCIAS

1. Esteva OE, Lopez LR, Mediaceja RR, Ortiz EB, Bigñot JA. Fluctuaciones de la homeostasis del zinc relacionadas con estadios del crecimiento-desarrollo humano. *Rev Cubana Invest Biomed* 2018; 37(3):1-16.
2. Cummings JE, Kovacic JP. The ubiquitous role of zinc in health and disease. *J Vet Emerg Crit Care* 2009; 19(3):215-240.
3. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. Zinc. En: Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture and Renewable Resources Commission on Natural Resources. National Research Council. Mineral Tolerance of Animals. Washington: National Academic Press; 1980, p 553-574.
4. Kuhlman G, Rompala RE. The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. *J. Nutr.* 1998; 128:2603S-2605S.
5. Jamikorn U, Preedapattarapong T. Comparative effects of zinc methionylglycinate and zinc sulfate on hair coat characteristics and zinc concentration in plasma, hair, and stool of dogs. *Thai J. Vet. Med.* 2008; 38(4):9-16.
6. Nagalakshmi D, Sridhar K, Parashuramulu S. Replacement of inorganic zinc with lower levels of organic zinc (zinc nicotinate) on performance, hematological and serum biochemical constituents, antioxidants status, and immune responses in rats. *Vet World* 2015; 8(9):1156-1162.
7. Ley 18.284. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. En: Código Alimentario Argentino. Buenos Aires: Decreto 2126; 1971, p 1-2.
8. Siow JW. Zinc toxicosis in a dog secondary to prolonged zinc oxide ingestion. *Open Vet J.* 2018; 8(4):458-462.
9. Hammond GM, Loewen ME, Blakley BR. Diagnosis and treatment of zinc poisoning in a dog. *Vet Hum Toxicol* 2004; 46(5):272-5.
10. Luttgen PJ, Whitney MS, Wolf AM, Scruggs DW. Heinz body hemolytic anemia associated with high plasma zinc concentration in a dog. *J Am Med Vet Assoc* 1990; 197(10):1347-1350.
11. Norton RD, Lenox CE, Manino P, Vulgamott JC. Nutritional considerations for dogs and cats with liver disease. *J Am Anim Hosp Assoc* 2016; 52:1-7.
12. Ural K, Karakurum MC, Duru O, Cingi CC, Haydardedeoğlu AE. Serum zinc concentrations in dogs with *Microsporum canis* dermatophytosis: a pilot study. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 2009; 33(4):279-283.
13. Reiterer G, MacDonald R, Browning JD, Morrow J, Matveev SV, Daugherty A y col. Zinc deficiency increases plasma lipids and atherosclerotic markers in LDL- receptor-deficient mice. *J. Nutr.* 2005; 135:2114-2118.
14. Hambidge M. Biomarkers of Trace Mineral intake and status. *J. Nutr.* 2003; 133:948S-955S.
15. Kunkle GA. Zinc in veterinary medicine. *Int J Dermatol* 1980; 19(1):30-31.
16. WSAVA. Body Condition Score. Global nutrition committee. 2013; 1. (consultado 11 de diciembre 2019). Disponible en: <https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/01/Body-Condition-Score-Dog.pdf>.

17. Smith JC, Butrimovitz GP, Purdy WC. Direct measurement of zinc in plasma by atomic absorption spectroscopy. Clin. Chem. 1979; 25(8):1487-1491.
18. Van den Broek AHM, Stafford WL. Diagnostic value of zinc concentrations in serum, leucocytes and hair of dogs with zinc-responsive dermatosis. Res Vet Sci 1988; 44:41-4.
19. Logas D, Kunkle GA, McDowell LEE. Comparison of serum zinc levels in healthy, systemically ill and dermatologically diseased dogs. Vet Dermatol 1993; 2(4):61-64.
20. Dimri U, Ranjan R, Kumar N, Sharma MC, Swarup D, Sharma B y col. Changes in oxidative stress indices, zinc and copper concentrations in blood in canine demodicosis. Vet Parasitol 2008; 154:98-102.
21. Mert H, Mert N, Dogan I, Cellat M, Yasar S. Element Status in Different Breeds of Dogs. Biol Trace Elem Res 2008; 125:154-159.
22. Seyrek K, Karagen T, Paşa S, Kiral F, Atasoy A. Serum Zinc, Iron and Copper Concentrations in Dogs Infected with *Hepatozoon canis*. Acta Vet. Brno 2009; 78:471-475.
23. Tomza-Marciniak A, Pilarczyk B, Bąkowska M, Ligocki M, Gaik M. Lead, cadmium and other metals in serum of pet dogs from an urban area of NW Poland. Biol Trace Elem Res 2012; 149:345-351.
24. Soltanian A, Khoshnegah J, Heidarpour M. Comparison of serum trace elements and antioxidant levels in terrier dogs with or without behavior problems. Appl Anim Behav Sci 2016; 180:87-92.
25. Adamama-Moraitou K, Rallis T, Papasteriadis A, Roubies N, Chem D, Kaldrimidou H. Iron, zinc, and copper concentration in serum, various organs, and hair of dogs with experimentally induced exocrine pancreatic insufficiency. Dig Dis Sci 2001; 46(7):1444-1457.
26. Kiilerich S, Christensen MS, Naestoft J, Christiansen C. Serum and plasma zinc concentrations with special reference to standardized sampling procedure and protein status. Clin Chim Acta 1981; 114:117-121.
27. English JL, Hambidge KM. Plasma and serum zinc concentrations: effect of time between collection and separation. Clin Chim Acta 1988; 175:211-216.
28. Kosman DJ, Henkin RL. Plasma and Serum Zinc Concentrations. The Lancet 1979; 1410.
29. Zalewski P, Truong-Tran A, Lincoln S, Ward D, Shankar A, Coyle P. Use of a zinc fluorophore to measure labile pools of zinc in body fluids and cell-conditioned media. BioTechniques 2006; 40(4):509-519.



Este artículo está bajo una Licencia Creative Commons.
Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 Internacional
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>