

Comparación de los valores de glucosa en caninos obtenidos con glucómetros portátiles y la prueba estándar de laboratorio*

ComparaçãO dos valores de glicose em caninos obtidos com glicômetros portáteis e o teste laboratorial padrão

Comparison of glucose values in dogs obtained with portable glucometers and the standard laboratory test

Piero Fabrizio Vizcarra-Apaza,** César Aquiles Lázaro-De la Torre***

Resumen

La medición de glucosa en caninos es un procedimiento habitual en la clínica diaria, actualmente este valor se puede obtener mediante dispositivos portátiles y pruebas laboratoriales. Se realizó esta investigación con el fin de aportar mayor conocimiento sobre la importancia de la medición de glucosa, ya que en los últimos años ha perdido valor entre las pruebas hematológicas a considerar debido a que solo se relaciona con determinadas patologías como la diabetes u otras enfermedades metabólicas. El presente trabajo tiene como objetivo comparar los valores de glucosa en caninos obtenidos mediante un glucómetro portátil de uso humano (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Alemania); veterinario (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwán) y la prueba estándar de laboratorio, esto nos indicará la fiabilidad de los resultados obtenidos mediante estos métodos. Se realizó la toma de muestras de sangre de 50 caninos clínicamente sanos, de los cuales se obtuvo el resultado de glucemia mediante estos tres métodos. Los resultados de nuestra investigación evidenciaron que las tres formas de evaluación de la glucosa sanguínea en perros brindaban resultados estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). Se obtuvo valores de glucosa diferentes entre los tres métodos de medición, teniendo como promedios finales 84.14 mg/dL, 101.12 mg/dL y 91.12 mg/dL correspondientes al glucómetro portátil de uso humano, veterinario y a la prueba estándar de laboratorio respectivamente. En conclusión, los glucómetros portátiles de uso humano subestiman los valores reales de glucosa, mientras que los de uso veterinario lo sobreestiman, comparados con la prueba estándar de laboratorio.

Palabras clave: análisis, glucemia, hexoquinasa, perros, veterinaria.

Resumo

A mediçãO de glicose nos cães é um procedimento habitual realizado no atendimento clínico. Atualmente este valor pode ser obtido por meio de dispositivos portáteis e testes laboratoriais. Esta pesquisa foi realizada com a finalidade de destacar a importância da mediçãO de glicose, visto que nos últimos anos esta avaliação não tem sido muito valorada entre os testes hematológicos, sendo considerada relevante apenas em relação a patologias como a diabetes e outras doenças metabólicas. O presente estudo teve como objetivo comparar os valores de glicose em cães obtidos com glicômetro portátil de uso humano; veterinário e o teste padrão de laboratório. Esta comparação poderá indicar a confiabilidade dos resultados obtidos mediante os métodos avaliados. Foi realizada a amostragem do sangue de 50 caninos clínicamente sadios os quais foram submetidos a avaliação de glicose mediante os três métodos. Os resultados de nossa investigação evidenciaram que as três formas de avaliação da glicose sanguínea têm resultados estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Os valores de glicose tiveram medias finais de 84,14 mg/dL, 101,12 mg/dL e 91,12 mg/dL para o glicômetro portátil de uso humano (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Alemanha), veterinário (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, Nova Taipei, Taiwan) e o teste padrão de laboratório, respectivamente. Ao concluir, os glicômetros portáteis de uso humano subestimam os valores reais de glicose e os de uso veterinário os superestimam quando comparados com o teste padrão de laboratório.

Palavras-chave: análise, glicemia, hexoquinase, cães, veterinário.

*Recebido em 6 de agosto de 2022 e aceito em 29 de novembro de 2022.

**Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

***Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú, e a Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Email: clazarod@cientifica.edu.pe.

Abstract

The measurement of glucose in canines is a common procedure in daily clinical practice. Currently this value can be obtained by use of portable devices and laboratory tests. This research was carried out in order to provide more knowledge about the importance of glucose measurement, since in recent years it has lost value among the hematological tests to be considered because it is only related to certain pathologies such as diabetes or other metabolic diseases. The present study aimed to compare the glucose values in dogs obtained with a portable glucometer for human use, veterinarian use, and the standard laboratory test. This comparison may indicate the reliability of the results obtained through the evaluated methods. A blood sampling of 50 clinically healthy canines was taken and submitted to glucose evaluation using the three methods. Our investigation showed that the three ways of assessing blood glucose have statistically different results ($p < 0.05$). Glucose values had final averages of 84.14 mg/dL, 101.12 mg/dL, and 91.12 mg/dL for the portable glucometer for human use (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Germany), veterinary (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwan) and the standard laboratory test, respectively. In conclusion, portable glucometers for human use underestimate the glucose values, and those for veterinary use overestimate them compared to the standard laboratory test.

Keywords: analyses, glycemia, hexokinase, dogs, veterinary.

Introducción

En los últimos años la práctica en la clínica veterinaria ha ido evolucionando de forma tal que se ha vuelto necesaria la realización de exámenes complementarios rápidos y certeros que ayudan a realizar un adecuado diagnóstico. Uno de los valores que se solicita frecuentemente es el de glucosa por su relación con la condición de diabetes y otras enfermedades metabólicas. Se debe tener en cuenta que las variaciones de glucosa como la hiperglicemia o hipoglucemia no solamente van a determinar enfermedades de índole metabólico sino también es una variable que indica y orienta al clínico a determinar el grado de estrés, dolor, funcionalidad hepática y renal, septicemia, entre otros; por lo antes expuesto se resalta la importancia de tener un resultado fiable de los valores de glucosa (Feldman et al., 2014; Fleeman y Rand, 2013; Nelson et al., 2019).

Para determinar los valores de glucosa una alternativa es la prueba de laboratorio, considerada como "Gold Standard" (Kaneko, 2008), esta prueba se basa en analizadores químicos que utilizan la reacción de la enzima hexoquinasa. Esta enzima cataliza la fosforilación de la glucosa, quedando como producto la glucosa-6-fosfato, la cual reacciona con el NADP y se obtiene NADPH. Por cada molécula de glucosa se forma una de NADPH por lo tanto el incremento de la absorbancia del NADPH, medida a una longitud de onda de 340 nm, es directamente proporcional al valor de glucosa de la muestra. (Kaneko, 2008; Yoo y Lee 2010). Aunque la prueba de laboratorio es eficaz, tiene la desventaja de requerir la remisión de volúmenes de sangre de entre 1 a 3 mL obtenida mediante punción venosa cefálica o yugular, requiere un tiempo de 12 a 24 horas (de acuerdo con el flujo de trabajo del laboratorio) para procesar y obtener los resultados, involucra personal capacitado, uso de reactivos y equipamiento especializado (Domori et al., 2014).

Por otro lado, los glucómetros portátiles de uso humano o veterinario son dispositivos amperométricos donde la glucosa de la sangre reacciona con la glucosa oxidada o glucosa deshidrogenasa y produce una corriente anódica. El medidor del glucómetro estima la corriente resultante y la convierte en un valor que será reflejada en la pantalla del glucómetro (Acierno et al., 2009). Estos equipos son económicos, de uso fácil, brindan resultados rápidos y pueden ser usados con una cantidad mínima de sangre obtenida de la cara interna del labio superior o de la cara dorsal de la oreja del animal; estas ventajas permiten tomar decisiones terapéuticas y diagnósticas

de manera rápida (Catchpole et al., 2005; Tonyushkina y Nichols, 2009) así como un control periódico de la glucosa sin llevar al animal a la veterinaria, esto es fundamental para reducir el estrés que contribuye a resultados poco fiables de glucosa debido a la liberación de catecolaminas (Wess y Reusch, 2000a,b).

Los glucómetros portátiles son usados tanto por médicos veterinarios y dueños de mascotas para evaluar la eficacia de los tratamientos con insulina en la regulación de niveles de glucosa, de esta manera se puede minimizar la progresión de complicaciones relacionadas a un estado de hiperglucemia (Wess y Reusch, 2000a Cook, 2012). Sin embargo, la gran cantidad de marcas comerciales y la preferencia de usar glucómetros portátiles diseñados para humanos en animales de compañía, crea la posibilidad que los resultados no sean fiables, siendo esto un riesgo para la toma de decisiones y la progresión de la terapia. Es por este motivo que el presente trabajo pretende realizar la comparación de los valores de glucosa en caninos obtenidos con glucómetros portátiles de uso humano, glucómetros de uso veterinario y la prueba estándar de laboratorio.

Materiales y métodos

La especie con la que se realizó la investigación fue el perro (*Canis familiaris*); fueron seleccionados 50 caninos que realizaron su control médico anual en la Clínica Veterinaria Dermivet (Santiago de Surco, Lima-Perú) durante el periodo de febrero a marzo de 2021. Como criterios de inclusión se consideraron individuos de ambos sexos, entre 1 a 7 años y con parámetros clínicos normales como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, pulso, temperatura y tiempo de llenado capilar. Todos los pacientes debían haber cumplido un ayuno de por lo menos 12 horas previas a la evaluación de la glucosa. Para calcular el tamaño muestral de nuestra población a estudiar se utilizará la fórmula de poblaciones finitas (Wayne, 2002). Los dueños de los caninos seleccionados fueron informados del procedimiento y se solicitó su autorización firmada. Asimismo, los protocolos usados fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (Constancia N° 152-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2020).

Para la determinación de la glucosa por evaluación estándar de laboratorio se procedió a la toma de muestra mediante la

extracción de aproximadamente 1 mL de sangre a través de las venas cefálicas o safenas. Para la colección se utilizaron tubos con fluoruro de sodio (Vacurette®, Greiner Bio-One, Kremsmünster, Austria). Las muestras luego de ser centrifugadas fueron colocadas en cajas isotérmicas para transportarlas a un laboratorio particular para su procesamiento dentro de las 2 horas siguientes. La evaluación estándar de laboratorio se basó en el método de la hexoquinasa para lo cual se utilizó un analizador bioquímico automatizado veterinario (Rx Daytona+, Randox, Crumlin, Reino Unido).

Para la lectura de la glucosa con el glucómetro portátil de uso humano (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Alemania) se aprovechó una gota de sangre de la muestra obtenida para la evaluación laboratorial antes de ser centrifugada. Con ayuda de una pipeta Pasteur estéril se procedió a colocar la gota en la cámara de reacción de la tira reactiva correspondiente. Los resultados se obtuvieron a los 3 segundos. Por otro lado, para la lectura con el glucómetro portátil de uso veterinario (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwán), se utilizó una gota de sangre por piquete en la cara interna de la oreja del animal y/o en la cara interna del labio superior del paciente. Inmediatamente luego de la visualización de la gota, se utilizó el glucómetro portátil veterinario, colocando dicha gota de sangre en la zona de reacción de su respectiva tira reactiva. Los resultados se obtuvieron a los 4 segundos. El procedimiento para la evaluación de glucosa con el glucómetro portátil de uso veterinario fue realizado inmediatamente culminada la colecta de muestra para la evaluación estándar de laboratorio y no excedió los 3 minutos. Los glucómetros portátiles fueron calibrados previamente y operado de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

El análisis de los resultados se realizó mediante la estadística descriptiva de los datos mediante el promedio, desviación estándar, mínimo, máximo y rango; asimismo, para determinar el tipo de distribución de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose valores de distribución no normal. Posteriormente se determinó la diferencia de los tres métodos estudiados aplicando la prueba de comparación múltiple de Kruskal-Wallis. Estos análisis fueron ejecutados con ayuda del paquete estadístico GraphPad Prism® 8.4.3 para Mac.

Resultados y discusión

Nuestros resultados evidenciaron que el promedio de los valores de glucosa obtenidos con el glucómetro portátil de uso humano (Cuadro 1) fue inferior (84.14 mg/dL) cuando fue comparado con la prueba estándar de laboratorio (91.12 mg/dL). Miller (1995) menciona que los glucómetros portátiles de uso humano estiman entre 15- 20 mg/dL por debajo del valor de la glucosa comparado con la prueba estándar de laboratorio. Esta tendencia ha sido reportada en varias investigaciones realizadas en perros. Wess y Reusch (2000b) mostraron que 4 glucómetros portátiles de uso humano: Elite® (Bayer Diagnostics, Nueva York, Estados Unidos de América), SureStrep® (LifeScan Inc, California, Estados Unidos de América), QID® (MediSense, Massachusetts, Estados Unidos de América), Accu-chek® Simplicity (Roche diagnostic, Indianápolis, Estados Unidos de América) presentaron un promedio de glucosa de 65.76 mg/dL frente a los 86.48 mg/dL reportados por la prueba de laboratorio (Cobas Integra analyzer, Roche, Basel, Suiza). Brito-Casillas et al. (2014) evaluaron

9 glucómetros portátiles de uso humano: Accu-chek® Aviva Nano (Roche Diagnostics, Mannheim, Alemania), Freedom Lite FreeStyle® (Abbott Diabetes Care Ltd., Oxon, Reino Unido), Glucocard® G+ meter GT 1820 (Arkray-Menarini Diagnostics, Shiga, Japón), Hemocue® Glucose 201 (Hemocue AB, Angelholm, Suecia), OneTouch® Ultra (LifeScan Inc., California, Estados Unidos de América), OneTouch® VerioPro (LifeScan Inc., California, Estados Unidos de América), OneTouch® Vita (LifeScan Inc., California, Estados Unidos de América), Optium® Xceed (Abbott Diabetes Care Ltd., Oxon, Reino Unido) y StatStrip® Xpress Glucose Hospital Meter (Nova Biomedical, Massachusetts, Estados Unidos de América) los cuales dieron un valor promedio de 155.98 mg/dL comparados con 175.30 mg/dL de la prueba estándar de laboratorio (Catalyst, IDEXX, Maine, Estados Unidos de América). Mori et al. (2016) usaron un glucómetro portátil de uso humano (Glucocard mini plus®, Arkray, Kioto, Japón) obteniendo un promedio de 71 mg/dL frente a los 115.8 mg/dL de la prueba estándar de laboratorio (ADAMS Glucose GA-1153 analyzer, Arkray, Kioto, Japón). Miasaki et al. (2020) mostraron valores de glucosa promedio de 87.54 mg/dL obtenido por el glucómetro portátil de uso humano (One Touch® Ultra Mini, Lifescan, Zug, Suiza) frente a un promedio de 94.47 mg/dL obtenido por la prueba estándar de laboratorio (Equipo no indicado por los autores).

En los resultados obtenidos por el glucómetro portátil de uso veterinario (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwán) el valor promedio de las 50 mediciones realizadas fue de 101.12 mg/dL, si lo comparamos con los 91.12 mg/dL de la prueba estándar de laboratorio podemos observar que hay una sobreestimación de casi 10 mg/dL. Esta tendencia también ha sido observada en otros reportes en perros. Cohen et al. (2009) encontraron que el 43% de las muestras evaluadas con un glucómetro portátil de uso veterinario (AlphaTrak®, Abbott Laboratories, Illinois, Estados Unidos de América) mostraron una sobreestimación de los resultados frente a los valores obtenidos la prueba estándar de laboratorio (Roche/Hitachi Gluco-quant, F Hoffmann-La Roche Ltd, Basel, Suiza); sin embargo, ninguno de estos resultados condujo a una decisión clínicamente incorrecta. Johnson et al. (2009) mostraron una diferencia media de 2.4 mg/dL entre el glucómetro de uso veterinario (Glucopet® Vital Care, Animal Diabetes, Wisconsin, Estados Unidos de América) y la prueba estándar de laboratorio (Hitachi 911, Roche Diagnostics, Indianapolis, Estados Unidos de América) evidenciando una ligera sobrestimación. Mori et al. (2017) encontraron una diferencia media de 1.98 mg/dL entre el glucómetro portátil de uso veterinario (BS-7110, Arkray, Kioto, Japón) y la prueba estándar de laboratorio (YSI 2300 STAT PLUS 90 Glucose Analyzer, YSI Japan Co., Tokio, Japón).

Al comparar las medias de los valores de los glucómetros portátiles, encontramos que el de uso humano (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Alemania) fue inferior (84.14 mg/dL) frente al de uso veterinario (aLcose® Vet Glu, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwán) (101.12 mg/dL) (Gráfico 1). Estas diferencias fueron similares a lo reportado por Kang et al. (2016) quienes evaluaron glucómetros portátiles, tanto de uso veterinario: AlphaTrak® (Abbott Laboratories, Illinois, Estados Unidos de América), CERA-PET® (Ceragem Medisys, Seul, Korea) y VetMate® (i-SENS, Seul, Korea) como de uso humano (Accu-Chek® Performa, Roche Diagnostics Inc., Indianapolis, Estados Unidos de América), luego del análisis

los resultados mostraron que el glucómetro de uso humano subestimaba los valores de glucosa en el 47% de las muestras de perros. En otro estudio realizado en gatos, Zini et al. (2009) determinaron que el glucómetro veterinario (AlphaTrak®, Abbott Animal Health, Maidenhead, Inglaterra) resultó ser más preciso y exacto en todos los niveles de glucosa frente al glucómetro de uso humano (Ascensia Elite®, Bayer HealthCare, Zurich, Suiza) el cual refleja valores significativamente menores. Jahan et al. (2019) compararon los valores de dos glucómetros portátiles veterinarios: AlphaTrak2® (Abbott Laboratories, Illinois, Estados Unidos de América) y CERA-PET® (Ceragem Medisys, Seul, Korea) y un glucómetro humano (GM110, Bionime, Taichung, Taiwán) en perros, siendo los resultados de 175.5, 158.3 y 172.1 mg/dL respectivamente.

En la clínica veterinaria es una constante la preferencia por el uso de glucómetros portátiles, estos glucómetros usan tiras reactivas y requieren solo una gota de sangre por análisis. Esto es beneficioso en perros pequeños y gatos que son propensos a desarrollar anemia iatrogénica por las tomas de muestras seriales. Lo ideal sería que los resultados de una muestra evaluada con un dispositivo portátil sean similares a los obtenidos con la prueba estándar de laboratorio. Sin embargo, como se ha referido anteriormente, existe una falta de precisión y exactitud de los glucómetros portátiles. Wess y Reusch (2000b) postularon que la precisión de los glucómetros varía de acuerdo con la concentración de glucosa de cada muestra, es decir, las diferencias más significativas entre los resultados obtenidos por glucómetros portátiles se pueden observar en las muestras con concentraciones altas de glucosa. Los resultados de esta investigación evidencian que las tres formas de determinación de la glucosa sanguínea en los perros evaluados presentan diferencias significativas ($p < 0.05$), esto fue algo que no se esperaba ya que en la clínica veterinaria se emplean los tres tipos de evaluación de forma indistinta (Vizcarra-Apaza¹, comunicación personal).

A pesar de encontrar diferencias entre los dispositivos portátiles y la prueba estándar de laboratorio, encontramos que el rango mínimo y máximo de los valores de glucosa estuvieron dentro de lo esperado para caninos clínicamente sanos (Cuadro 1). Debido a que la prueba estándar de laboratorio es considerada una metodología de referencia, debemos asumir que los valores de glucosa provenientes de esta son las que más se aproximan a lo real; sin embargo, si se utilizan los glucómetros portátiles es recomendable realizar periódicamente valoraciones sobre el estado del equipo portátil, calibraciones y comparar los resultados con la prueba estándar de laboratorio.

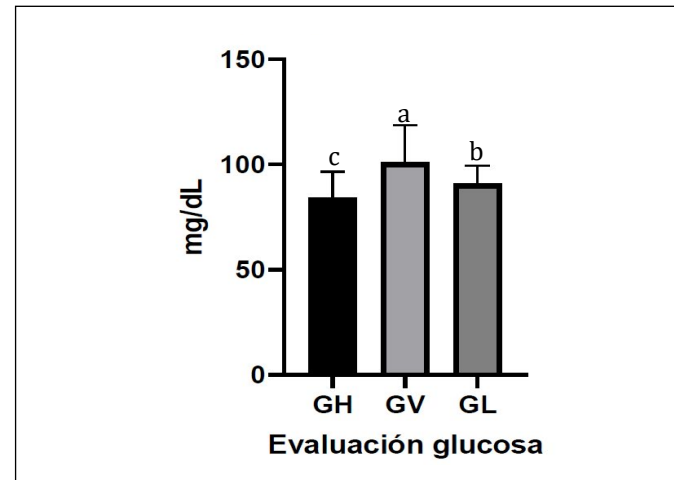
Cuadro 1: Estadística descriptiva de los resultados de valores de glucosa obtenidos con tres métodos de medición

Valores de glucosa (mg/dL)	Glucómetro portátil de uso humano (GH)	Glucómetro portátil de uso veterinario (GV)	Prueba estándar de laboratorio (GL)
Promedio \pm DE	84.14 \pm 12.41 ^c	101.12 \pm 17.61 ^a	91.12 \pm 8.37 ^b
Valor mínimo	58	46	70
Valor máximo	120	155	103
Rango	62	109	33

¹ Piero Fabrizio Vizcarra-Apaza (Práctica privada).

Valores obtenidos en base a los mismos individuos caninos ($n = 50$) evaluados con los tres métodos. Letras minúsculas diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$). GH y GL fueron realizados con sangre obtenida por vena cefálica o safena. GV fue realizada con sangre obtenida por piquete en oreja o labio. DE = Desvío estándar.

Gráfico 1: Promedio de los valores de glucosa en perros ($n=50$) con glucómetro portátil de uso humano (GH), glucómetro portátil de uso veterinario (GV) y Prueba de glucosa estándar de laboratorio (GL). Letras minúsculas diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).



Conclusiones

Los glucómetros portátiles de uso humano (Accu-chek® Active, Roche Diagnostic, Mannheim, Alemania), de uso veterinario (Vet Glu, aLcose®, jjPlus Corporation, New Taipei, Taiwán) y la prueba estándar de laboratorio presentaron valores diferentes. Mientras que los glucómetros portátiles de uso humano subestiman los valores reales de glucosa, los de uso veterinario los sobreestiman. Los glucómetros portátiles son preferidos por ser prácticos y brindar resultados rápidos; sin embargo, debemos considerar que las diferencias en sus resultados podrían influir en el diagnóstico, sobre todo cuando se busca rapidez y exactitud en estos glucómetros portátiles. Por este motivo se debe considerar que estos equipos deben ser evaluados en pacientes (hipo-, hiper- y normoglicémicos) así como en muestras de sangre obtenidas de un mismo punto para tener valores de referencia antes de ser utilizados de forma adecuada para el diagnóstico clínico.

Referencias

- ACIERNO, M. J.; MITCHELL, M. A.; SCHUSTER, P. J.; FREEMAN, D.; SANCHEZ-MIGALLON GUZMAN, D.; TULLY, T. N. Evaluation of the agreement among three handheld blood glucose meters and a laboratory blood analyzer for measurement of blood glucose concentration in Hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). *American Journal of Veterinary Research*, v. 70, n. 2, p. 172–175, 2009.
- BRITO-CASILLAS, Y.; FIGUEIRINHAS, P.; WIEBE, J. C.; LÓPEZ-RÍOS, L.; PÉREZ-BARRETO, D.; MELIÁN, C.; WAGNER, A. M. ISO-Based Assessment of Accuracy and Precision of Glucose Meters in Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 28, n. 5, p. 1405–1413, 2014.
- CATCHPOLE, B.; RISTIC, J. M.; FLEEMAN, L. M.; DAVISON, L. J. Canine diabetes mellitus: Can old dogs teach us new tricks? *Diabetologia*, v. 48, n. 10, p. 1948–1956, 2005.
- COHEN, T.; NELSON, R.; KASS, P.; CHRISTOPHER, M.; FELDMAN, E. Evaluation of six portable blood glucose meters for measuring blood glucose concentration in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 235, n. 3, p. 276–280, 2009.
- COOK, A. K. Monitoring methods for dogs and cats with diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Science and Technology*, v. 6, n. 3, p. 491–495, 2012.
- DOMORI, A.; SUNAHARA, A.; TATENO, M.; MIYAMA, T. S.; SETOGUCHI, A.; ENDO, Y. The clinical utility of two human portable blood glucose meters in canine and feline practice. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 43, n. 1, p. 55–62, 2014.
- FELDMAN, E.; WELSON, R.; REUSCH, C.; SCOTT-MONCRIEFF, J.; BEHREND, E. *Canine and Feline Endocrinology*. 4. ed. St. Louis, Missouri 63043: Elsevier, 2014. v. 53
- FLEEMAN, L.; RAND, J. Canine Diabetes Mellitus. In: RAND, J. (Ed.). *Clinical Endocrinology of Companion Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, 2013. p. 143–168.
- JAHAN, S.; JAMSHIDI, S.; TEHRANISHARIF, M.; AKBAREIN, H. Comparison of Two Veterinary Blood Glucose Meters and One Human-Based Glucose Meter for Use in Dogs. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, v. 13, n. 2, p. 187–198, 2019.
- KANEKO, J. J. Carbohydrate Metabolism and its Diseases. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 2008. p. 45–80.
- JOHNSON, B. M.; FRY, M. M.; FLATLAND, B.; KIRK, C. A. Comparison of a human portable blood glucose meter, veterinary portable blood glucose meter, and automated chemistry analyzer for measurement of blood glucose concentrations in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 235, n. 11, p. 1309–1313, 2009.
- KANG, M. H.; KIM, D. H.; JEONG, I. S.; CHOI, G. C.; PARK, H. M. Evaluation of four portable blood glucose meters in diabetic and non-diabetic dogs and cats. *Veterinary Quarterly*, v. 36, n. 1, p. 2–9, 2016.
- MIASAKI, N.; ROSA CRUZ, M.; MARQUEZ, E.; WENCESLAU, T.; ZACARIAS, A.; PAIVA PORTO, E. Comparative evaluation of the glucose level in dogs and cats obtained by portable glucometer and colorimetric automated method. *Journal of Chemical Information and Modeling*, v. 9, n. 11, p. 1–10, 2020.
- MILLER, E. Long-term monitoring of the diabetic dog and cat. Clinical signs, serial blood glucose determinations, urine glucose, and glycated blood proteins. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, v. 25, n. 3, p. 571–584, 1995.
- MORI, A.; ODA, H.; ONOZAWA, E.; SHONO, S.; TAKAHASHI, T.; YAMASHITA, S.; FUJIMOTO, H.; SAKO, T. Evaluation of portable blood glucose meters using canine and feline pooled blood samples. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, v. 19, n. 4, p. 707–713, 2016.
- MORI, A.; ODA, H.; ONOZAWA, E.; SHONO, S.; TOSHINORI, S. Evaluation of newly developed veterinary portable blood glucose meter with hematocrit correction in dogs and cats. *The Journal of Veterinary Medical Science*, p. 13, 2017.
- NELSON, R. W.; MAGGIORE, A.-M. DELLA. Endocrine Disorders. In: NELSON, R. W.; COUTO, C. G. (Eds.) *Small Animal Internal Medicine*. Elsevier Science Health Science, 2019. p. 740–897.
- TONYUSHKINA, K.; NICHOLS, J. H. Glucose meters: A review of technical challenges to obtaining accurate results. *Journal of Diabetes Science and Technology*, v. 3, n. 4, p. 971–980, 2009.
- WAYNE, D. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. 4 ed. Mexico: Limusa, 2002, 750p.
- WESS, G.; REUSCH, C. Capillary blood sampling from the ear of dogs and cats and use of portable meters to measure glucose concentration. *Journal of Small Animal Practice*, v. 41, n. 2, p. 60–66, 2000a.
- WESS, G.; REUSCH, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 216, n. 2, p. 203–209, 2000b.
- YOO, E. H.; LEE, S. Y. Glucose biosensors: An overview of use in clinical practice. *Sensors*, v. 10, n. 5, p. 4558–4576, 2010.
- ZINI, E.; MORETTI, S.; TSCHUOR, F.; REUSCH, C. E. Evaluation of a new portable glucose meter designed for the use in cats. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, v. 151, n. 9, p. 448–451, 2009.