



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE GLUCOSA EN CANINOS
OBTENIDOS CON GLUCÓMETROS PORTÁTILES Y LA PRUEBA
ESTÁNDAR DE LABORATORIO”

Tesis para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:

Piero Fabrizio Vizcarra Apaza (0000-0001-7948-3268)

Asesor:

Cesar Aquiles Lazaro de la Torre (0000-0003-4856-0034)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 23 de julio del 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. MARIO MARTIN PAUTA GALVEZ
Miembro: M.V. JUAN ALBERTO VARGAS ZÚÑIGA
Miembro: M.V. JESUS CHANAMÉ PARRAGUEZ

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE GLUCOSA EN CANINOS OBTENIDOS CON GLUCÓMETROS PORTÁTILES Y LA PRUEBA ESTÁNDAR DE LABORATORIO”

Presentada por el bachiller:

PIERO FABRIZIO VIZCARRA APAZA

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario Zootecnista**

Asesorada por la: **Dr. CESAR AQUILES LAZARO DE LA TORRE**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:


Tesis: PIERO FABRIZIO VIZCARRA APAZA		Nota : Diecinueve (19)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente (X)	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Mg. MARIO MARTIN PAUTA GALVEZ
Presidente


Dr. CESAR AQUILES LAZARO DE LA TORRE
Asesor


M.V. JUAN ALBERTO VARGAS ZÚÑIGA
Miembro 1


M.V. JESUS ALBERTO CHANAMÉ PARRAGUEZ
Miembro 2

DEDICATORIA

A mis padres, Derli Vizcarra y Amparo Apaza. A mi novia, Daniela Alipio. Por apoyarme siempre y creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, Cesar Lazaro de la Torre, por la orientación y apoyo incondicional en todo el proceso de la investigación.

Agradecer a la Clínica Veterinaria “Dermivet” la cual permitió la realización de la investigación, así como a los médicos veterinarios involucrados. Dra. Cynthia Tello y Dr. Harry Córdova.

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

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

Piero Fabrizio Vizcarra-Apaza¹, Cesar Aquiles Lázaro-De la Torre^{1,2}

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; veterinario 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 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. Como 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: *glucómetros, glucosa sanguínea, hexoquinasa, perros, veterinaria*

ABSTRACT

The measurement of glucose in canines is a common procedure in daily clinical practice, currently this value can be obtained by means 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 work has as objective to compare the glucose values in canines obtained by means of a portable glucometer for human use; veterinarian and the standard laboratory test, this will indicate the reliability of the results obtained by these methods. Samples were taken from 50 clinically healthy canines, from which the glycemia results were obtained by these three methods. The results of our investigation showed that the three ways of blood glucose evaluation in dogs gave statistically different results ($p < 0.05$). Different glucose values were obtained among the three methods of measurement, having as final averages 84.14 mg/dl, 101.12 mg/dl and 91.12 mg/dl corresponding to the portable glucometer for human, veterinary and standard laboratory test, respectively. As a conclusion, the portable glucometers for human use underestimate the real glucose values, while those for veterinary use overestimate it, compared to the standard laboratory test.

Key words: *Glucometers, blood glucose, 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 (Behrend y Gun-Moore, 2013; Feldman et al., 2014; Nelson y Couto, 2019).

Para determinar los valores de glucosa una alternativa es la prueba de laboratorio, considerada como “Gold Standard” (Kaneko et al., 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 et al., 2008; Yoo y Lee 2010). A pesar de ser una prueba 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 oxidasa 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 niveles de glucosa sin necesidad de transportar al animal a las veterinarias, esto es fundamental para reducir el estrés el cual contribuye a la presentación de 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

Animales de estudio

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 2020. Como criterios de inclusión se consideraron individuos de ambos sexos, entre 1 a 7 años y con parámetros clínicos normales de frecuencia cardiaca, 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)

Determinación de la glucosa por evaluación estándar de laboratorio

Para este procedimiento la toma de muestra se realizó 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 (Greiner Bio-One GBC, Vacuette®). Las muestras luego de ser centrifugadas fueron colocadas en cajas isotérmicas para transportarlas al laboratorio 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®).

Determinación de la glucosa por glucómetros portátiles

Para la lectura con el glucómetro portátil de uso humano (Active, Accu-chek®) se aprovechó una gota de sangre de la muestra obtenida para la evaluación laboratorial. Con ayuda de una pipeta Pasteur 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 (Vet Glu, aLcose®), 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 (Vet Glu, aLcose®), colocando dicha gota de sangre en la zona de reacción de su respectiva tira reactiva. Los resultados se obtuvieron a los 4 segundos. Ambos glucómetros fueron calibrados previamente y operado de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Análisis de resultados

Se presentó la estadística descriptiva de los datos obtenidos; asimismo, se determinó la diferencia de los tres métodos estudiados aplicando la prueba de análisis de varianza (ANOVA) seguida de la prueba de comparación múltiple de Tukey. Estos análisis fueron ejecutados con ayuda del paquete estadístico GraphPad Prism® 5.00 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®, SureStrep®, QID®, Simplicity, Accu-chek®) presentaron un promedio de glucosa de 65.76 mg/dl frente a los 86.48 mg/dl reportados por la prueba de laboratorio. Brito-Casillas et al. (2014) evaluaron 9 glucómetros portátiles de uso humano (Aviva Nano Accu-chek®, Freedom Lite FreeStyle®, GT 1820 Glucocard® G+ meter®, Glucose 201 Hemocue®, Ultra OneTouch®, VerioPro OneTouch®, Vita OneTouch®, Xceed Optium® y Xpress Glucose Hospital Meter StatStrip®) los cuales dieron un valor promedio de 155.98 mg/dl comparados con 175.30 mg/dl de la prueba estándar de laboratorio. Mori et al. (2016) usaron un glucómetro portátil de uso humano (Glucocard mini plus®) obteniendo un promedio de 71 mg/dl frente a los 119.5 mg/dl de la prueba estándar de laboratorio. Miasaki et al. (2020) mostraron valores de glucosa promedio de 87.54 mg/dl obtenido por el glucómetro portátil de uso humano (Ultra Mini, One Touch®) frente a un promedio de 94.47 mg/dl obtenido por la prueba estándar de laboratorio.

Con respecto a los resultados obtenidos por el glucómetro portátil de uso veterinario (Vet Glu, aLcose®) 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®) mostraron una sobreestimación de los

resultados frente a los valores obtenidos la prueba estándar de laboratorio; 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 (Vital Care, GlucoPet®) y la prueba estándar de laboratorio 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, Arkay) y la prueba estándar de laboratorio.

Al comparar las medias de los valores de los glucómetros portátiles, encontramos que el de uso humano (Active, Accu-chek®) fue inferior (84.14 mg/dl) frente al de uso veterinario (Vet Glu, aLcose®) (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®, CERA-PET® VetMate®) como de uso humano (Performa, Accu-Chek®), 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®) resultó ser más preciso y exacto en todos los niveles de glucosa frente al glucómetro de uso humano (Ascensia Elite®) el cual reflejó valores significativamente menores. Jahan et al. (2019) compararon los valores de dos glucómetros portátiles veterinarios (AlphaTrak2® y CERA-PET®) y un glucómetro humano (GM110, Bionime®), 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 y la prueba estándar de laboratorio son de 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, Lima, comunicación personal).

A pesar de encontrar diferencias entre los dispositivos portátiles y la prueba estándar de laboratorio, encontramos que los 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

	Glucómetro portátil de uso humano	Glucómetro portátil de uso veterinario	Prueba estándar de laboratorio
Promedio (mg/dL)	84.14	101.12	91.12
Desviación Estándar	12.41	17.61	8.37
Mínimo (mg/dL)	58	46	70
Máximo (mg/dL)	120	155	103
Rango (mg/dL)	62	109	33

Valores obtenidos en base los mismos individuos caninos (n= 50) evaluados con los tres métodos

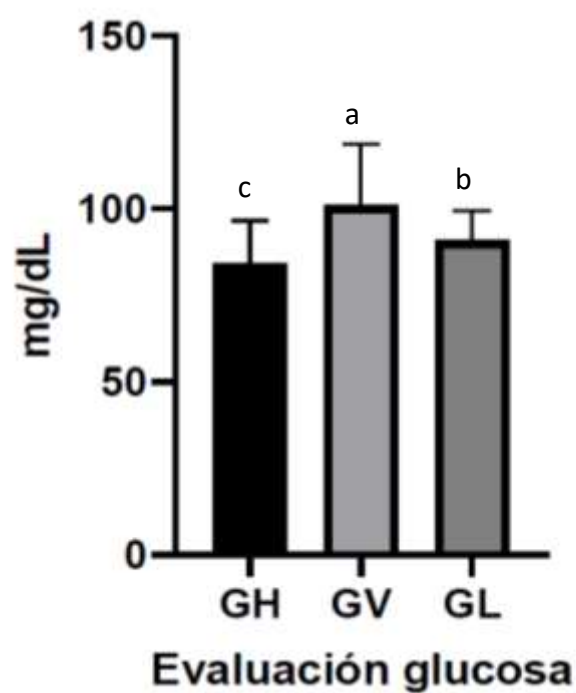


Gráfico 1. Promedio de los valores de glucosa en perros (n=50) con glucómetro portátil de uso humano (GH), glucómetro portátil de uso veterinario (GV) y Prueba de glucosa estándar de laboratorio (GL). Letras minúsculas diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Los glucómetros portátiles de uso humano, de uso veterinario 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 un diagnóstico incorrecto en la clínica veterinaria.

LITERATURA CITADA

1. Acierno MJ, Mitchell MA, Schuster PJ, Freeman D, Sanchez-Migallon Guzman D, Tully TN. 2009. 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*). *Am J Vet Res.* 70(2):172–175.
2. Behrend E, Gun-Moore D. 2013. *Clinical Endocrinology of Companion Animals*. Rand J, Campbell-Ward M, editors. Wiley-Blackwell.
3. Brito-Casillas Y, Figueirinhas P, Wiebe JC, López-Ríos L, Pérez-Barreto D, Melián C, Wagner AM. 2014. ISO-Based Assessment of Accuracy and Precision of Glucose Meters in Dogs. *J Vet Intern Med.* 28(5):1405–1413.
4. Catchpole B, Ristic JM, Fleeman LM, Davison LJ. 2005. Canine diabetes mellitus: Can old dogs teach us new tricks? *Diabetologia*, 48(10), 1948-1956.
5. Cohen T, Nelson R, Kass P, Christopher M, Feldman E. 2009. Evaluation of six portable blood glucose meters for measuring blood glucose concentration in dogs. In: *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 235. p. 276–280.
6. Cook AK. 2012. Monitoring methods for dogs and cats with diabetes mellitus. *J Diabetes Sci Technol.* 6(3):491–495.
7. Domori A, Sunahara A, Tateno M, Miyama TS, Setoguchi A, Endo Y. 2014. The clinical utility of two human portable blood glucose meters in canine and feline practice. *Vet Clin Pathol.* 43(1):55–62.
8. Feldman E, Welson R, Reusch C, Scott-Moncrieff J, Behrend E. 2014. *Canine and Feline Endocrinology*. 4th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier.
9. Jahan S, Jamshidi S, Tehranisharif M, Akbarein H. 2019. Comparison of Two Veterinary Blood Glucose Meters and One Human-Based Glucose Meter for Use in Dogs. *Iran J Vet Med.* 13(2):187–198.
10. Johnson BM, Fry MM, Flatland B, Kirk C a. 2009. 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. *J Am Vet Med Assoc.* 235(11):1309–1313.
11. Kaneko J, Harvey J, Bruss M. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (Sixth Edition).
12. Kang MH, Kim DH, Jeong IS, Choi GC, Park HM. 2016. Evaluation of four portable blood glucose meters in diabetic and non-diabetic dogs and cats. *Vet Q.* 36(1):2–9.

13. Miasaki N, Rosa Cruz M, Marquez E, Wenceslau T, Zacarias A, Paiva Porto E. 2020. Comparative evaluation of the glucose level in dogs and cats obtained by portable glucometer and colorimetric automated method. *J Chem Inf Model.* 9(11):1–10.
14. Miller E. 1995. Long-term monitoring of the diabetic dog and cat. Clinical signs, serial blood glucose determinations, urine glucose, and glycated blood proteins. *Veterinary Clinic of North America Small Animal Practice.* 25(3):571–584.
15. Mori A, Oda H, Onozawa E, Shono S, Takahashi T, Yamashita S, Fujimoto H, Sako T. 2016. Evaluation of portable blood glucose meters using canine and feline pooled blood samples. *Pol J Vet Sci.* 19(4):707–713.
16. Mori A, Oda H, Onozawa E, Shono S, Toshinori S. 2017. Evaluation of newly developed veterinary portable blood glucose meter with hematocrit correction in dogs and cats. *J Vet Med Sci.*:13.
17. Nelson RW, Couto CG. 2019. *Small Animal Internal Medicine-6th Edition.* 807p.
18. Tonyushkina K, Nichols JH. 2009. Glucose meters: A review of technical challenges to obtaining accurate results. *J Diabetes Sci Technol.* 3(4):971–980.
19. Wayne D. 2002. *Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud.* 4^a ed. México DF: Limusa. 750 p.
20. Wess G, Reusch C. 2000a. Capillary blood sampling from the ear of dogs and cats and use of portable meters to measure glucose concentration. *J Small Animal Practice.* 41(2):60–66.
21. Wess G, Reusch C. 2000b. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 216(2):203–209.
22. Yoo EH, Lee SY. 2010. Glucose biosensors: An overview of use in clinical practice. *Sensors.* 10(5):4558–4576.
23. Zini E, Moretti S, Tschuor F, Reusch CE. 2009. Evaluation of a new portable glucose meter designed for the use in cats. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 151(9):448–451.