



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**"DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE LOS NIVELES DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CAMINOS ADULTOS (*Canis lupus familiaris*) MEDIANTE GLUCOMETRO DIGITAL DE USO HUMANO Y METODO DE LABORATORIO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"**

# **TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. ROGELIO EDINIO CADENILLAS GARCIA**

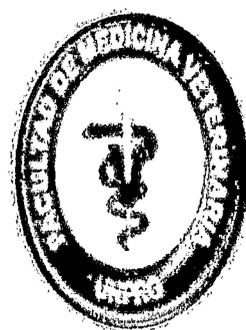
**ASESOR:**

**M.SC. MV. JOSE LUIS VILCHEZ MUÑOZ**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**"DETERMINACION COMPARATIVA DE LOS NIVELES  
DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS ADULTOS  
(*Canis lupus familiaris*) MEDIANTE GLUCOMETRO  
DIGITAL DE USO HUMANO Y METODO DE  
LABORATORIO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE  
CAJAMARCA"**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**MEDICO VETERINARIO**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. ROGELIO EDINIO CADENILLAS GARCIA**

**ASESOR:**

**M.SC. M.V. JOSE LUIS VILCHEZ MUÑOZ**

**LAMBAYEQUE – PERU**

**“DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE LOS NIVELES DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CAMINOS ADULTOS (*Canis lupus familiaris*) MEDIANTE GLUCOMETRO DIGITAL DE USO HUMANO Y METODO DE LABORATORIO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**MEDICO VETERINARIO**

POR:

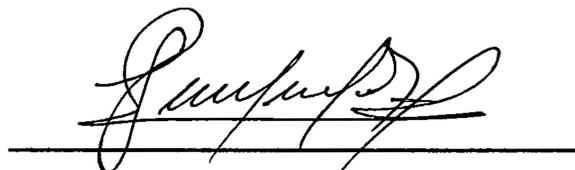
**BACH. ROGELIO EDINIO CADENILLAS GARCIA**

Sustentada y aprobado por el siguiente jurado:



M.V. Fortunato Cruzado Seclen

Presidente



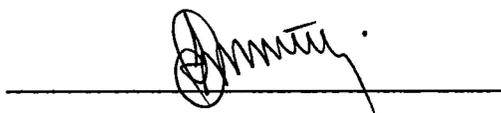
M.V. M.Sc. Lumber Ely Gonzales Zamora

Secretario



M.V. M.Sc. Henry Ojeda Barturen

Vocal



Mv. M.Sc. Jose Luis Vilchez Muñoz

Asesor

**2015**

**INDICE**

I.	INTRODUCCION .....	1-2
II.	ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.....	3
	• CARBOHIDRATOS.....	3
	• METABOLISMO DE LA GLUCOSA.....	3-4
	• RUTAS METABOLICAS.....	4
	▪ GLUCOGENESIS Y GLUCONEOGENESIS.....	4-5
	▪ GLUCOGENOLISIS.....	6
	• GLUCEMIA.....	6-7
	▪ GLUCEMIA EN ALTURA.....	7-8
	▪ INFLUENCIA DE RAZA EN LA GLUCEMIA.....	8
	• HIPOGLUCEMIA.....	9-10
	• HIPERGLUCEMIA.....	11-12
	• INFLUENCIA HORMONAL SOBRE LA GLUCEMIA.....	12-13
	• EVALUACION DE GLUCOSA EN SANGRE.....	13-14
	▪ GLUCOMETRO DIGITAL.....	15
	▪ HISTORIA DEL GLUCOMETRO.....	15
	▪ FUNCIONALIDAD.....	16-17
	▪ UTILIDAD DE GLUCOMETRO.....	17-19
	• EVALUACION DE GLUCOMETROS.....	20-22
	• GLUCOMETRO DE USO ANIMAL Y VETERINARIO.....	22
	• DIABETES.....	23-24
III.	MATERIALES Y METODOS.....	25
	• MATERIALES.....	25
	• METODOLOGIA.....	27
IV.	RESULTADO Y DISCUSIONES.....	30-32
V.	CONCLUSIONES.....	33
VI.	RECOMENDACIONES.....	34
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	35-37
VIII.	ANEXOS.....	38-42

## RESUMEN

Los exámenes de laboratorio son de vital importancia en el diagnóstico, control y prevención de complicaciones agudas y crónicas de la diabetes mellitus, así como también en diversas patologías que cursan con variaciones de la glicemia. Actualmente, el uso en clínica de monitores de glicemia se ha incrementado debido a la utilidad práctica que estos presentan, ya que permiten un monitoreo rápido y sencillo de la glicemia, haciendo más eficiente el tratamiento médico y la toma de decisiones por el médico veterinario.

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Cajamarca y tuvo como objetivo determinar si hay diferencia o no entre los resultados de niveles de glucosa obtenidos mediante glucómetro digital de uso humano y análisis de laboratorio.

Se analizaron 50 muestras de sangre entera mediante glucómetro digital de uso humano ACCU CHEK PERFORMA NANO y a la vez el suero sanguíneo de los mismos pacientes, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la facultad de Medicina Veterinaria de la UNC.

La elección de los especímenes fueron al azar, separándolos por edad y sexo.

Los niveles de glucosa obtenidos mediante glucómetro digital según la edad fueron de 67 mg/dL como mínimo y 130 mg/dL como máximo con un promedio de 90.22 mg/dL. Siendo los niveles de glucosa 71.9 mg/dL como mínimo y 140.5 mg/dL como máximo con un promedio de 95.11 mg/dL obtenidos mediante análisis de laboratorio.

Los niveles de glucosa obtenidos según el sexo fueron de 67 mg/dL y 118 mg/dL como mínimo y máximo en perros machos mediante glucómetro; 71.9 mg/dL y 123.85 mg/dl mediante análisis de laboratorio. En hembras los niveles fueron de 76 mg/dl y 130 mg/dL como mínimo y máximo mediante glucómetro digital; 76.86 mg/dL y 140.5 mg/dL como mínimo y máximo mediante análisis de laboratorio.

Los resultados fueron analizados e interpretados estadísticamente indicando que no hay una diferencia significativa entre los métodos estudiados.

## SUMMARY

Laboratory tests are of vital importance in the diagnosis, control and prevention of acute and chronic complications of diabetes mellitus, as well as in various pathologies with variations of glycemia. Currently, the clinical use of blood glucose monitors has increased due to the practical use they present, allowing fast and simple monitoring of blood sugar levels, making it more efficient medical treatment and decision making by the veterinarian.

This research was conducted in the city of Cajamarca and aimed to determine whether or not there is a difference between the results obtained using glucose meter digital human and laboratory analysis.

50 whole blood samples were analyzed by digital meter products for human use ACCU CHEK PERFORMA NANO, yet the blood serum of the same patients, which were analyzed in the laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine at UNC.

The choice of the specimens were random, separated by age and sex. Glucose levels obtained by digital glucometer by age were 67 mg / dL at least 130 mg / dL at most an average of 90.22 mg / dL. Glucose levels being 71.9 mg / dL and at least 140.5 mg / dL at most an average of 95.11 mg / dL obtained by laboratory analysis.

Glucose levels by sex were obtained 67 mg / dL and 118 mg / dL as minimum and maximum in male dogs using glucometer; 71.9 mg / dL and 123.85 mg / dl by laboratory analysis. In females levels were 76 mg / dl and 130 mg / dL as minimum and maximum by digital glucometer; 76.86 mg / dL and 140.5 mg / dL as minimum and maximum by laboratory analysis.

The results were analyzed and interpreted indicating no statistically significant difference between the methods studied.

## I. INTRODUCCION

La glucosa es el principal sustrato para la producción de energía en la mayoría de los tejidos, siendo la única fuente de energía para las células del cerebro. Este es un monosacárido proveniente del metabolismo de los carbohidratos y mediante su interacción con el sistema pancreático endocrino permite la nivelación de sus valores en el contenido sanguíneo. (Cunnigham, 2009)

La concentración de glucosa en la sangre es un claro resultado de la producción y utilización de glucosa del organismo, siendo su estado de normoglucemia de 70-125 mg/dL en caninos adultos y 90-150 mg/dL en cachorros. Además, hay que considerar que la glucemia en condiciones normales puede sufrir grandes variaciones con el transcurrir del día debido al ejercicio, estrés, alimentación o tratamiento con algunos fármacos. Por lo tanto, un análisis único de los niveles de glucosa sanguínea solo revelará la condición glucémica del animal en un momento dado. (Holguín, 2009)

Por su parte, valores superiores a los 180 mg/dl pueden generar manifestaciones clínicas como poliuria y polidipsia compensatoria, polineuropatía simétrica, asociados a enfermedades como diabetes mellitus, cetoacidosis diabética, hiperadrenocorticismismo o neoplasias de células alfa pancreáticas productoras de glucagón. (Holguin, 2009)

La diabetes mellitus es un trastorno metabólico global que se debe a una falta absoluta o relativa de insulina y caracterizado por una hiperglucemia crónica. Es una de las endocrinopatías más frecuentes en perros y gatos y puede llegar a ser mortal si no se trata correctamente. (Fidalgo, 2003)

Por debajo de los 45 mg/dl da resultado una neuroglucopenia y estimulación del sistema simpático adrenal inducido por la hipoglicemia expresado en convulsiones, depresión, ataxia, ceguera y hasta estado de coma. Estas manifestaciones clínicas, pueden asociarse de manera rutinaria con procesos como hipoglicemia del cachorro, neoplasias pancreáticas particularmente el insulinoma, trastornos de la glucogénesis y sepsis grave, entre otras. (Holguín, 2009)

En niveles de glucosa los exámenes de laboratorio son de vital importancia para el diagnóstico, control y prevención de complicaciones agudas y crónicas de la diabetes mellitus, así como también en diversas patologías que cursan con variaciones de la glicemia.

Actualmente, el uso en clínica de monitores de glicemia se ha incrementado debido a la utilidad práctica que estos presentan pues toma un par de minutos saber si los niveles de glucosa se encuentran bien y tomar las decisiones adecuadas para mantener estos niveles controlados, evitando así posibles complicaciones.

Existen glucómetros específicos para veterinaria, pero conseguirlos no es sencillo y su alto costo los vuelve aún más inaccesibles. Por este motivo, de forma generalizada se utiliza glucómetros humanos (aquellos diseñados para usar muestras de sangre humana) en perros, ya que son mucho más baratos y fáciles de encontrar que los específicos de uso veterinario.

Sin embargo, cualquier glucómetro no mide correctamente la glucemia de un perro diabético, por lo que los investigadores evaluaron aquellos más accesibles en nuestro entorno, con un coste relativamente bajo.

Los investigadores determinaron como el glucómetro más exacto el AccuChek Aviva Nano, ya que demostró tener el mayor porcentaje de valores dentro del rango idóneo según esta norma. (Brito, 2014)

Los Médicos Veterinarios que se dedican a la clínica de pequeñas especies llegan a un diagnóstico certero en los diferentes casos recurriendo al envío de muestras al laboratorio clínico siendo los resultados muy precisos pero a mayor precio, con mayor tiempo y muy estresante para el paciente; los resultados que se obtienen son comparados con valores publicados por distintos autores en distintos lugares y condiciones ambientales. Se sabe que las condiciones ambientales distintas a la zona donde se trabaja pueden diferir en los niveles de glucosa. (Crossley, 2009)

Teniendo en cuenta la necesidad de utilizar un método más sencillo, preciso, rápido, de bajo costo y menos estresante para el paciente nos vemos en obligación de utilizar un glucómetro digital de uso humano para obtener resultados de niveles de glucosa, siendo estos resultados comparados con los niveles de glucosa obtenidos en un laboratorio clínico veterinario y así corroborar si hay diferencia o no entre ambos métodos.

## II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

### 2.1. CARBOHIDRATOS

**Gil, A. (2010)**, Sostiene que los hidratos de carbono constituyen el grupo de biomoléculas más abundantes en la naturaleza y, dentro de ellos, el que tiene mayor importancia metabólica es la glucosa, que es el combustible por excelencia de todas las células, siendo la *GLUCOLISIS* una vía de degradación de la glucosa que tiene un doble objetivo, obtener energía en forma de ATP y suministrar precursores para la biosíntesis de componentes celulares.

**Murray, R. y Col. (2010)**, Publica que los carbohidratos están ampliamente distribuidos en vegetales y animales, donde desempeñan funciones estructurales y metabólicas. Siendo la glucosa el carbohidrato más importante. La mayor cantidad del carbohidrato dietético pasa al torrente sanguíneo en forma de glucosa o es convertida en el hígado y, a partir de ella, puede formarse los demás carbohidratos del cuerpo. Es también el combustible principal de los mamíferos (excepto los rumiantes) y un combustible universal para el feto.

Las enfermedades que se relacionan con carbohidratos incluyen diabetes sacarina, galactosemia, enfermedades por almacenaje de glucógeno e intolerancia a la leche.

### 2.2. METABOLISMO DE LA GLUCOSA

**Cunnigham, J. (2009)**, Sostiene que la vía de mayor importancia por la cual la glucosa puede usarse como combustible es la ruta de Embden-Meyerhof o Glucolisis en donde se inicia la oxidación de la glucosa. La síntesis de glucosa a partir de productos finales de la glucolisis o intermedios del ciclo de Krebs se conoce como Gluconeogénesis, esta gluconeogénesis solo tiene lugar en el hígado y en algunas ocasiones en el riñón.

**Murray, R. y Col. (2010)**, Mencionan que todas las células de los mamíferos metabolizan la glucosa o piruvato y lactato por la vía de la glucolisis. Para que la glucosa entre en esta vía es necesaria su fosforilación. Los tejidos que pueden utilizar el oxígeno (aerobios) tienen la facultad de metabolizar el piruvato a acetil-CoA, que puede entrar al ciclo del ácido cítrico para su oxidación completa a CO<sub>2</sub>

y H<sub>2</sub>O, con producción de gran cantidad de energía libre como ATP en el proceso de fosforilación oxidativa.

El exceso de glucosa es convertido en glucógeno (glucogénesis) o a grasa (lipogenesis). Entre comidas puede ser extraída de sus reservas de glucógeno para restituir su concentración sanguínea (glucogenolisis) o, en colaboración con el riñón convertir metabolitos no carbohidratos como lactato, glicerol y aminoácidos a glucosa (gluconeogénesis).

La conservación de una concentración adecuada de glucosa en sangre es vital para ciertos tejidos en los que es combustible obligatorio, por ejemplo, el cerebro y los eritrocitos.

### 2.3. RUTAS METABOLICAS

**Gil, A. (2010)**, Describe a la glucolisis como la ruta central del catabolismo de la glucosa. En ella se degrada la glucosa con un doble objetivo: obtener energía en forma de ATP y suministrar precursores para la biosíntesis de componentes celulares.

La glucolisis se produce en todas las células de los mamíferos, siendo la fuente exclusiva o casi exclusiva de energía en algunas células y tejidos, como los eritrocitos, la medula renal, el cerebro y los testículos.

La glucolisis se desarrolla íntegramente en el citoplasma y, con ella, una molécula de glucosa se escinde para dar lugar a dos moléculas de piruvato.

En esta ruta se puede distinguir dos fases: fase preparatoria, en la que se convierte la glucosa en dos moléculas de triosas-fosfato, y fase de obtención de energía, con la conversión de las dos moléculas de triosas en dos de piruvato y la obtención de ATP Y NADH.

#### 2.3.1. GLUCOGENESIS Y GLUCONEOGENESIS

**Teijon, J. y Col. (2006)**, Describen la glucogénesis y la gluconeogénesis.

- a. **GLUCOGENESIS:** La glucogénesis es la ruta anabólica por la que tiene lugar la síntesis de glucógeno a partir de un precursor más simple, la glucosa-6-fosfato. Se lleva a cabo principalmente en el hígado, y en menor medida en el músculo. El glucógeno se forma por la incorporación repetida de unidades de glucosa, ofrecida al sistema de forma de UDP-Glucosa a una semilla de glucógeno preexistente (glucogenina), que no es menor de 4 moléculas de glucosa unidas entre sí. El único alimento de la vía glucogénica (glucogénesis) es la glucosa-6-fosfato.

La glucogénesis es estimulada por la hormona insulina, secretada por las células  $\beta$  (beta) de los islotes de Langerhans del páncreas y es inhibida por su contrarreguladora, la hormona glucagón, secretada por las células  $\alpha$  (alfa) de los islotes de Langerhans del páncreas, que estimula la ruta catabólica llamada glucogenólisis para degradar el glucógeno almacenado y transformarlo en glucosa y así aumentar la glicemia (azúcar en sangre).

El proceso de Glucogénesis, también conocido como combustión de glucosa, se lleva a cabo en la matriz extracelular del tejido epitelial.

- b. GLUCONEOGENESIS:** Es una ruta metabólica anabólica que permite la biosíntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos. Incluye la utilización de varios aminoácidos, lactato, piruvato, glicerol y cualquiera de los intermediarios del ciclo de los ácidos tricarbónicos (o ciclo de Krebs) como fuentes de carbono para la vía metabólica. Todos los aminoácidos, excepto la leucina y la lisina, pueden suministrar carbono para la síntesis de glucosa. Los Ácidos grasos de cadena par no proporcionan carbonos para la síntesis de glucosa, pues el resultado de su  $\beta$ -oxidación (Acetil-CoA) no es un sustrato gluconeogénico; mientras que los ácidos grasos de cadena impar proporcionarán un esqueleto de carbonos que derivarán en Acetil-CoA y Succinil-CoA (que sí es un sustrato gluconeogénico por ser un intermediario del ciclo de Krebs).

Algunos tejidos, como el cerebro, los eritrocitos, el riñón, la córnea del ojo y el músculo, cuando el individuo realiza actividad extenuante, requieren de un aporte continuo de glucosa, obteniéndola a partir del glucógeno proveniente del hígado, el cual solo puede satisfacer estas necesidades durante 10 a 18 horas como máximo, lo que tarda en agotarse el glucógeno almacenado en el hígado. Posteriormente comienza la formación de glucosa a partir de sustratos diferentes al glucógeno.

La gluconeogénesis tiene lugar casi exclusivamente en el hígado (10% en los riñones). Es un proceso clave pues permite a los organismos superiores obtener glucosa en estados metabólicos como el ayuno.

### 2.3.2. GLUCOGENOLISIS

**Melo, V. y Col. (2007)**, Describen la glucogenolisis.

- a. **GLUCOGENOLISIS:** La glucogenolisis es el proceso por el cual el glucógeno presente en el hígado se transforma en glucosa que pasa a la sangre. La glucogenolisis es, pues, lo que denominamos un mecanismo hiperglicemizante que se pone en marcha según las necesidades del organismo en azúcar. Este proceso ocurre fundamentalmente en hígado y músculo, ya que estos son los almacenes de glucógeno del organismo, este proceso se lleva a cabo en estado de ayuno, son los primeros tipos de almacén de energía que se utilizan cuando la glucosa proveniente del estado post prandial disminuye. La activación de este proceso responde tanto en tejido muscular como hepático, a modificaciones covalentes reversibles (fosforilación/desfosforilación) insulina y glucagón dependiendo el estado energético en el cual se encuentra el organismo.

La gluconeogénesis es un proceso antagónico de la glucogenólisis, por lo tanto cuando se activa una se inhibe la otra, y viceversa. Las enzimas que se encuentran principalmente reguladas son: la glucógeno sintetasa por parte de la gluconeogénesis y la glucógeno fosforilasa de la glucogenólisis.

### 2.4. GLUCEMIA

**Holguín, D. y Col. (2009)**, Sostienen que el rango normal de glicemia en perros se encuentra entre 70 y 120 mg/dl. Esta concentración se puede elevar entre 130 y 180 mg/dl hasta dos horas después de la alimentación con alimentos húmedos y blandos, pero el sistema de regulación retorna rápidamente los valores a niveles normales. Opuestamente, en el ayuno, la función hepática de la neoglucogénesis suministra la glucosa para mantener el nivel normal.

**Kraft, H. (1998)**, Manifiesta que las concentraciones de glucosa en sangre total dependen del hematocrito, en la proporción aproximada del 20% de este, que condiciona también los valores en plasma y suero. La hemolisis no tiene influencia en la medición de la glucosa. En sangre total, a temperaturas ambiente, disminuye la glucosa en cerca de un 10% por hora. En plasma o suero no hay glucolisis apreciable.

Los análisis de glucosa en sangre se realizan ante todo por la sospecha de alteraciones en el metabolismo de los glúcidos, en la vigilancia de pacientes diabéticos y para confirmar las hipoglucemias de los recién nacidos.

### 2.4.1. GLUCEMIA EN ALTURA

**Dalmau, E. y Col. (2008)**, Sostienen que a 2600 m.s.n.m los valores normales de glicemia en caninos es de 70-120 mg/dl y valores de nitrógeno ureico sérico de 10-30 mg/dl. Para el presente trabajo, los valores de BUN y glicemia fueron en promedio de 16,7917 y 95,375, ubicándose dentro de los rangos de referencia. Forero *et ál.* (2006) obtuvieron valores para BUN de 19,53 mg/dl y para glucosa en sangre de 107,06 mg/dl, que son superiores a los arrojados por el presente estudio.

**Woolcott, O. Y Col. (2008)**, Sostienen que los residentes permanentes nativos de la altura tienen una menor glicemia basal en comparación con los habitantes del nivel del mar. En el nativo adulto de la altura se ha reportado una glicemia que oscila entre 52 y 72 mg/dL, existiendo una diferencia en el rango de 8 a 20 mg/dL comparado con los valores de sujetos nativos del nivel del mar (estas últimas cifras han sido calculadas a partir de los datos publicados en estos estudios). Tomando en cuenta el concepto de normalidad en una población, los valores más bajos de la glicemia en la altura estarían dentro del rango fisiológico (“normal”) para los residentes permanentes y/o nativos de la altura.

Esta diferencia encontrada en la glicemia en poblaciones adultas no ha sido encontrada en poblaciones infantiles de 4-7 años, en quienes se ha reportado valores de  $70 \pm 1.4$  mg/dL y  $70.8 \pm 1.4$  mg/dL, en nativos del nivel del mar y de la altura, respectivamente. Este estudio sugiere que la menor glicemia en el nativo de la altura se manifestaría tardíamente, durante o después de la niñez. Estos datos requieren ser confirmados. Interesantemente, se ha reportado que sujetos nativos del nivel del mar que migran a la altura por más de dos años reducen su glicemia a niveles comparables al del sujeto nativo y residente permanente de la altura. Además, los sujetos nativos de la altura que migran al nivel del mar por más de 2 años tienen una glicemia comparable con el nativo del nivel del mar.

En nativos de la altura del norte de India no se encontraron diferencias en la glicemia en comparación a los nativos del nivel del mar originarios de Nueva Delhi (85.8 mg/dL y 82.8 mg/dL, respectivamente). Aunque se podría argüir que la diferencia en la glicemia a nivel del mar y en la altura podría estar influenciada por factores étnicos, otro grupo de investigadores encontraron una menor glicemia (~86 mg/dL) en sujetos residentes de la altura (norte de India) comparada con la glicemia de los sujetos del nivel del mar del Sur de India (~97 mg/dL).

Los datos provenientes de estudios controlados discutidos en esta revisión sugieren que existe una mayor sensibilidad sistémica a la insulina en la altura, que podría explicar en parte la menor glicemia en la altura. Sin embargo, estos resultados necesitan ser confirmados mediante la prueba del CLAMPEH.

**Mantilla, R. (2013)**, Concluye que los valores de referencia para glucosa sérica en caninos de la ciudad de Cajamarca son: un promedio de  $92,0 \pm 14,4$  mg/dL, con un rango de 63,2 a 120,8 mg/dL.

También concluye que la glicemia es similar en los caninos cruzados, Pastor Alemán y los Rottweiler mientras que en los Golden Retriever y los Schnauzer la glicemia tiende a incrementarse ligeramente. Con respecto a la edad los caninos adultos y los caninos senior tiene un glicemia superior frente a los caninos lactantes, cachorros y en los adolescentes.

En relación al sexo, se obtuvo mayor concentración de glucosa en machos, pero estadísticamente sin diferencia significativa.

#### **2.4.2. INFLUENCIA DE RAZA EN LA GLUCEMIA**

**Briceño, M. (1997)**, Concluye que la raza no es una variable de influencia en los niveles de glucosa sanguínea de los perros estudiados, a pesar de que haya habido diferencias entre ellas (Husky 112.22 mg/dl. y Maltés 82.30 mg/dl.)

No se encontró diferencia en la concentración de glucosa sanguínea en cuanto a sexo; puesto que se analizaron solo perros jóvenes y no estuvieron presentes los factores que aumentan los niveles de glucosa en las hembras, tales como celo y gestación.

El período postprandial si tuvo un efecto notorio sobre los niveles de glucosa sanguínea, tal como era de esperarse, teniendo mayor concentración hasta 4 horas después de comer y menor concentración después de 8 horas.

**Duarte, LZ. Y Col. (2005)**, Realizan un estudio comparativo del perfil lipídico y glucemia en caninos obesos de la raza poodle y labrador, siendo estas razas clasificadas por edades y sexo obteniendo como conclusión que no hay diferencia significativa por raza, sexo y edad en cuanto al nivel de glucosa, también se determinó que no hay grado de asociación entre el comportamiento del perfil lipídico y glucosa entre raza, sexo y edad.

## 2.5. HIPOGLUCEMIA

**Arenas, M. y Col. (2005)**, Refieren que la hipoglucemia no controlada clínicamente puede empeorar en enteropatías y verse comprometida la vida del paciente, sin embargo se evidencio que en este grupo de animales aunque padezcan enteropatía no necesariamente desarrollan hipoglucemia. Los resultados indican que enteropatías con cuadros hemáticos que indican enfermedad viral presentaron una fuerte tendencia a la hipoglucemia a pesar del soporte de la terapia de fluidos y los mayores Índices de mortalidad con hipoglucemia se presentaron en pacientes menores de 12 semanas con enfermedad viral no tratada; en el caso de las enteritis parasitarias los niveles de glucosa rara vez se disminuyen al nivel mínimo normal; a nivel bacteriano se observó un comportamiento muy variado en los niveles de la glucosa, asociados a la edad y el tipo de patógeno bacteriano sin que la hipoglucemia sea un parámetro dominante.

El pequeño tamaño corporal puede predisponer a la hipoglucemia en las diferentes enteropatías, independiente del agente etiológico, posiblemente asociado al estrés ocasionado por manejo hospitalario.

**Medway, W. y Col. (1990)**, Documentan que el ayuno disminuye la concentración de glucosa; en la mayoría de los casos la disminución es ligera, y el menor nivel es a las 48 horas. Sin embargo, puede producirse fuerte hipoglucemia por el ayuno en la gestación de perras, ovejas, mujeres especialmente si el tamaño y el número de fetos son mayores que lo normal. El ejercicio prolongado disminuye el nivel de glucosa sanguíneo, pero esto es frecuentemente contrarrestado por el esfuerzo emocional.

**Holguín, D y Col. (2009)**, Sostienen que enfermedades como enteritis virales, bacterianas y parasitarias afectando principalmente a los animales menores de 6 meses de edad, lo que por lo general suele conllevar a cuadros de desbalance hidroelectrolíticos y pobre absorción de nutrientes, condiciones que agotan las reservas energéticas del organismo conduciendo a estados de hipoglicemia concepto que soporta el hecho encontrado en el presente estudio, en donde se afirma que existe un riesgo entre las enfermedades gastrointestinales y las alteraciones en los niveles de glucosa sanguínea.

**Latimer, K. y Col. (2005):** Publican causas de Hipoglucemia.

- Tumor de células B pancreáticas (insulinoma)
- Hemangiosarcoma
- Carcinoma hepatocelular
- Leiomioma, leiomiosarcoma
- Melanoma
- Carcinoma renal
- Adenocarcinoma de glándulas salivales.
- Reducción de las hormonas que mantienen la hemostasia de la glucosa:
  - Hipoadrenocorticismo
  - Hipopituitarismo
  - Hipotiroidismo
- Reducción del almacenamiento hepático de glucógeno:
  - Enfermedad hepática avanzada/insuficiencia hepática.
  - Sepsis (endotoxemia por gram negativos y anaerobios gram positivos)
- Incremento del uso de glucosa
  - Leucocitosis extrema
  - Ejercicio físico extremo
  - Neoplasia (síndrome paraneoplásico)
  - Policitemia
  - *Toxemia de gestación de ovejas, perras, vacas y cabras*)
- Reducción de la ingesta de glucosa o gluconeogénesis inadecuada:
  - Hipoglucemia juvenil (cerditos, perros de raza toy y miniatura)
  - Síndromes de malabsorción
  - Hipoglucemia neonatal
  - Malnutrición grave
  - Ayuno prolongado
- Efectos farmacológicos que provocan hipoglucemia
  - Etanol
  - Sobredosis de insulina

## 2.6. HIPERGLUCEMIA

**Paredes, J (2012)**, Determina la frecuencia de hiperglucemia subclínica mediante la medición de glucosa sanguínea con glucómetro digital en caninos mayores de siete años en un centro de rescate, y la influencia de la edad, sexo y condición corporal sobre la glucemia.

Para el desarrollo del presente trabajo se muestreó a cien canes (*Canis familiaris*) de raza mestiza, de 7 a 14 años de edad, sin importar sexo, en el Albergue Salma, ubicado en Surquillo y Cieneguilla, por un periodo de 4 meses (octubre a diciembre del 2009).

De los animales muestreados, el 72% de los datos se encontró dentro del rango normal (60 a 129 mg/dl) y el 28% presentó hiperglucemia subclínica (130 a 165 mg/dl).

Se manifiesta que existe diferencia significativa entre sexos, siendo mayor en las hembras.

**Latimer, K y Col (2005)**: publican causas de hiperglicemia.

- HIPERGLUCEMIA PERSISTENTE
  - Acromegalia
  - Diabetes mellitus
  - Hiperadrenocorticismo
  - Hiperpituitarismo
  - Hipertiroidismo
  - Feocromocitoma
  
- HIPERGLUCEMIA TRANSITORIA
  - Pancreatitis aguda
  - Cólico agudo grave
  - Toxicosis por amonio
  
- FÁRMACOS Y QUÍMICOS
  - ACTH
  - Corticosteroides
  - Detomidina
  - Intoxicación por etilenglicol
  - Ketamina
  - Acetato de megestrol

- Morfina
  - Fenotiazinas
  - Progestágenos
  - Diuréticos tiazidicos
  - Xilacina
- Liberación de catecolaminas por miedo, excitación y ejercicio (especialmente gatos)
  - Traumatismo craneal
  - Postprandial
  - Estrés.

## 2.7. INFLUENCIA HORMONAL SOBRE LA GLUCOSA

**Hill, R. y Col. (2004)**, Mencionan la relación del glucagón, insulina.

Siendo el glucagón una hormona peptídica secretada por las células A de los islotes pancreáticos. Los principales estímulos para su liberación son los niveles bajos de glucosa sanguínea, el estímulo simpático a las células A y los niveles altos de aminoácidos en la sangre. Su principal efecto es aumentar la producción de glucosa y su liberación a la sangre. Debido a que provoca un aumento de la glucemia se dice que ejerce una acción hiperglicemiante, exactamente al revés del efecto hipoglucemiante de la insulina. El glucagón estimula a las células hepáticas para que degraden glucógeno en un proceso conocido como glucogenolisis y que liberan la glucosa resultante a la sangre.

El glucagón también actúa en forma opuesta a la insulina sobre las grasas. Inhibe la síntesis de triglicéridos (lípidos) y estimula a las células adiposas para que degraden triglicéridos a ácidos grasos y glicerol y los liberen a la sangre. Sumado a esto, el glucagón estimula la gluconeogénesis. Durante este proceso se forman moléculas distintas de los hidratos de carbono, principalmente aminoácidos y glicerol. Tanto las proteínas como los lípidos se movilizan de los tejidos corporales ante concentración bajas de insulina. De esta forma los aminoácidos obtenidos a partir de la degradación de proteínas, y el glicerol a partir de la de las grasas, se encuentran disponibles para la gluconeogénesis hepática.

A medida que aumentan los niveles de glucosa tiende a disminuir la secreción de glucagón por retroalimentación negativa. Así, entre las comidas, tanto la insulina como el glucagón contribuyen a estabilizar los niveles de glucosa sanguínea. En condiciones de estrés (y ejercicio), sin embargo, el estímulo simpático provoca la secreción de adrenalina de la medula suprarrenal así como un aumento de las señales sinápticas a las células A.

La adrenalina tiene un efecto dual ya que por un lado estimula a las células A para que secreten glucagón y por otro inhibe la secreción de insulina por parte de las células B. De esta manera se garantiza un aumento de la disponibilidad de glucosa sin el obstáculo de la insulina.

**Lorenz, M. Y Col. (1990)**, Afirman que diversas hormonas aumentan la glucosa sanguínea favoreciendo la gluconeogénesis o la glucogenolisis o inhibiendo la utilización celular de glucosa.

Se encuentran entre ellas el glucagón, glucocorticoides, catecolaminas como la epinefrina, hormona de crecimiento y progesterona.

**Voet, D. y Col. (2009)**, Describen que la adrenalina y la noradrenalina, se liberan al torrente sanguíneo por las glándulas suprarrenales en respuesta al estrés. Hay dos tipos de receptores para estas hormonas: el receptor B-adrenérgico, que se conecta al sistema de la adenilato ciclasa, y el receptor A-adrenérgico. Las células musculares, que tienen el receptor B-adrenérgico responden a la adrenalina con la degradación del glucógeno para la glucólisis, con la que se genera ATP y se ayuda a los músculos a hacer frente al estrés que desencadena la liberación de adrenalina.

**Latimer, K. y Col. (2005)**, Refieren que la concentración de glucosa se rige por múltiples factores que afectan la entrada y eliminación de glucosa de la sangre. Un equilibrio entre la absorción de glucosa, producción de insulina y sus antagonistas (*glucagón, corticosteroides y hormona del crecimiento*) es el responsable de mantener las concentraciones apropiadas de glucosa en estado de salud.

## **2.8. EVALUACION DE GLUCOSA EN SANGRE**

**Villiers, E. y Col. (2012)**, Indican que para evaluar la glucosa en sangre se tiene dos métodos, siendo glucosa en plasma y a través de proteínas glicosiladas

### **a. GLUCOSA EN PLASMA**

La glucosa en plasma puede evaluarse mediante un glucómetro, un analizador de química seca o pueden enviarse las muestras a un laboratorio externo. Debido a que solo se encuentra la glucosa en el componente plasmático de la sangre, si se utiliza la sangre entera para la evaluación de la glucosa, su concentración se ve influida por el valor hematocrito.

Las concentraciones de glucosa disminuyen entre un 5 y un 10% cada hora debido a la utilización continuada de glucosa por parte de eritrocitos y leucocitos. Siendo el oxalato de flúor (anticoagulante) es un inhibidor enzimático que previene la utilización celular de glucosa.

## **b. PROTEINAS GLICOSILADAS**

Las proteínas se enlazan con la glucosa irreversiblemente y la medición de las proteínas glicosiladas puede proporcionar una indicación de las concentraciones de glucosa en la sangre después de un periodo de tiempo. La vida media de las proteínas glicosiladas reflejan la concentración de glucosa en sangre. Las proteínas glicosiladas que se utilizan más son la fructosamina y la hemoglobina glicosilada.

### **a.1. FRUCTOSAMINA EN EL SUERO**

La fructosamina es albumina glicosilada de forma irreversible y es útil para la evaluación de la media de la concentración de glucosa en sangre tanto en perros como en gatos. La albumina tiene un tiempo de vida media más corto que el de la hemoglobina y la fructosamina refleja el control glicémico de 2-3 semanas previas a la toma de muestra. La hiperglicemia transitoria por estrés no afecta a las concentraciones de fructosamina y, por tanto, es útil para distinguir entre diabetes mellitus e hiperglicemia asociada a estrés o excitación. La concentración de fructosamina puede ser baja en pacientes con hipoglucemia recurrente y la evaluación de la fructosamina puede ser útil en el diagnóstico de insulinoma, especialmente cuando no puede documentarse hipoglucemia. La fructosamina solo puede medirse en muestras de suero.

### **a.2. HEMOGLOBINA GLICOSILADA**

La hemoglobina glicosilada refleja el control glicémico de las 4-8 semanas previas a la recogida de muestra y depende de la vida media de los eritrocitos. Para los análisis, puede utilizarse sangre entera en EDTA o heparinizada. La hemoglobina glicosilada puede ser útil para la monitorización glicémica de control en perros, pero puede ser normal en pacientes diabéticos recientemente diagnosticados y, normalmente, es preferible la evaluación de la fructosamina. Los gatos tienen concentraciones de referencia menores, lo que puede ser debido a que sus eritrocitos tienen una vida media más corta o a la presencia de menos lugares de enlace para la glucosa en la hemoglobina felina, de modo que, en esta especie, normalmente se prefiere la fructosamina, tanto para el diagnóstico como para la monitorización.

## **2.8.1. GLUCOMETRO DIGITAL**

**Holguín, D. y Col. (2009)**, Sostienen que para la medición de glicemia, existen pequeños monitores (también llamados glucómetros) que son utilizados masivamente en la medicina humana, existiendo diversos modelos y marcas que cada año son mejorados y modernizados, como consecuencia de su uso masivo y aporte clínico. En medicina veterinaria su utilización se ha ido incrementando en forma paulatina, significando para los clínicos una gran ayuda y, para los dueños de los pacientes diabéticos, la posibilidad de monitorear a sus mascotas en el domicilio.

Los valores obtenidos con estos sistemas en humanos, respecto a los métodos de referencia utilizados en laboratorios establecidos, se correlacionan en forma significativa registrando valores levemente inferiores con un coeficiente de correlación de aproximadamente de un 15%. Las variaciones son consecuencia de diversas variables, como lo son la humedad relativa del aire, la condición fisiológica del paciente, el manejo del operador y laboratorio fabricante, entre otros.

La evaluación periódica de los niveles de glucosa sanguínea mediante el uso de dispositivos y técnicas adecuadas permite tener un mejor control en el paciente canino clínicamente enfermo, en particular en aquellos procesos relacionados con alteraciones de tipo digestivo, tegumentario o neoplásico.

### **2.8.1.1. HISTORIA**

**Tonyushkina K. y Col. (2009)**, Mencionan que la historia de los medidores de glucosa se inició en 1963, cuando Ernie Adams inventó el Dextrostix®, una tira de papel que desarrolla un color azul cuya intensidad fue proporcional a la concentración de glucosa y podría ser leído por comparación visual del color de la tira a una carta de colores-concentración. Este método dio una aproximación del nivel de glucosa en sangre.

En 1970, Anton H. Clemens desarrolló el primer medidor de glucosa en sangre y el sistema de auto-monitoreo de glucosa, la reflectancia Meter Ames (ARM), para detectar la luz reflejada de un Dextrostix. Este ARM pesó 3 libras, un costo de \$ 650, y fue diseñado para uso de la oficina del médico.

Richard K. Bernstein fue el primer paciente para comprobar su glucosa en sangre con un ARM. Las revistas médicas en el momento se negaron a publicar este método, por lo que Bernstein tuvo que completar la escuela de medicina a la edad de 45 con el fin de llamar la atención para este método del mundo médico. La idea de la AMG desarrollado por Bernstein tuvo que viajar a Europa y Asia Oriental antes de encontrar aceptación en los Estados Unidos.

### 2.8.1.2. FUNCIONALIDAD

**López O. (2014)**, Describe que el glucómetro mide la glucemia en base a la intensidad eléctrica detectada en la tira, la cual se ha producido tras una reacción química de la sangre depositada en ella. A su vez, esa reacción química se ha producido al unirse la sangre con las enzimas presentes en la tira, que oxidan la glucosa y producen un “baile” de electrones liberados, que serán usados para adivinar la glucemia. El secreto de esta tecnología casi está más en la tira, ya que es en ella donde se produce una reacción química con la gota de sangre. El proceso de la tira sería el siguiente:

- La sangre se deposita sobre el extremo de la tira, que por capilaridad, es absorbida hasta el conducto interior de la misma, donde se encuentra el reactivo (las enzimas).
- Un micro voltaje se aplica sobre la tira desde el medidor y activa la reacción química de sangre y enzimas.
- La enzima de la tira se une con la glucosa oxidándola, fruto de cuya reacción se desprenden electrones.

Esos electrones son medidos por varios electrodos de la tira y generan una micro corriente eléctrica, que es enviada al medidor y debe interpretarse. Para ello, unos algoritmos implementados en el software del aparato lo que hacen es relacionar a cada corriente medida un valor de glucosa. Para entendernos, y sin que las cifras signifiquen nada, podríamos decir que si el medidor recibe 1 de voltaje, eso significa 100 de glucosa. Si recibe 3, 300. Y si recibe 0,5, serían 50. O sea, que “tan sólo” correlaciona el voltaje recibido con unos valores de glucosa. Y esas asociaciones son fruto de esos algoritmos ya citados. Pero alguien dirá... ¿y eso es infalible? Pues no. Y aunque las tiras han mejorado infinitamente en su exactitud, hay circunstancias que pueden alterar el resultado.

**Verona, A. (2010)**, Describe que para medir la glucosa en la sangre, el mecanismo (glucómetro) cuenta con una lanceta, que permite obtener una muestra de sangre, tiras reactivas que recolectan una muestra y la analizan y un dispositivo con una pantalla en el que se muestran los resultados.

La mayoría de los glucómetros en la actualidad realiza esta lectura a través de la reacción una enzima que se llama glucosa oxidasa que se encuentra en las tiras reactivas aunque también se utilizan otras enzimas esto provoca la oxidación de la glucosa generando un cambio de color que varía dependiendo de la cantidad de glucosa que hay en la sangre, entre más oscuro es el color, mayor será la cantidad de glucosa.

### 2.8.1.2. FUNCIONALIDAD

**López O. (2014)**, Describe que el glucómetro mide la glucemia en base a la intensidad eléctrica detectada en la tira, la cual se ha producido tras una reacción química de la sangre depositada en ella. A su vez, esa reacción química se ha producido al unirse la sangre con las enzimas presentes en la tira, que oxidan la glucosa y producen un “baile” de electrones liberados, que serán usados para adivinar la glucemia. El secreto de esta tecnología casi está más en la tira, ya que es en ella donde se produce una reacción química con la gota de sangre. El proceso de la tira sería el siguiente:

- La sangre se deposita sobre el extremo de la tira, que por capilaridad, es absorbida hasta el conducto interior de la misma, donde se encuentra el reactivo (las enzimas).
- Un micro voltaje se aplica sobre la tira desde el medidor y activa la reacción química de sangre y enzimas.
- La enzima de la tira se une con la glucosa oxidándola, fruto de cuya reacción se desprenden electrones.

Esos electrones son medidos por varios electrodos de la tira y generan una micro corriente eléctrica, que es enviada al medidor y debe interpretar. Para ello, unos algoritmos implementados en el software del aparato lo que hacen es relacionar a cada corriente medida un valor de glucosa. Para entendernos, y sin que las cifras signifiquen nada, podríamos decir que si el medidor recibe 1 de voltaje, eso significa 100 de glucosa. Si recibe 3, 300. Y si recibe 0,5, serían 50. O sea, que “tan sólo” correlaciona el voltaje recibido con unos valores de glucosa. Y esas asociaciones son fruto de esos algoritmos ya citados. Pero alguien dirá... ¿y eso es infalible? Pues no. Y aunque las tiras han mejorado infinitamente en su exactitud, hay circunstancias que pueden alterar el resultado.

**Verona, A. (2010)**, Describe que para medir la glucosa en la sangre, el mecanismo (glucómetro) cuenta con una lanceta, que permite obtener una muestra de sangre, tiras reactivas que recolectan una muestra y la analizan y un dispositivo con una pantalla en el que se muestran los resultados.

La mayoría de los glucómetros en la actualidad realiza esta lectura a través de la reacción una enzima que se llama glucosa oxidasa que se encuentra en las tiras reactivas aunque también se utilizan otras enzimas esto provoca la oxidación de la glucosa generando un cambio de color que varía dependiendo de la cantidad de glucosa que hay en la sangre, entre más oscuro es el color, mayor será la cantidad de glucosa.

Después, la forma en que se obtiene el resultado puede variar, algunos glucómetros utilizan un proceso llamado “fotometría de reflectancia” que mide la cantidad de luz reflejada por la tira una vez que ha reaccionado con la sangre, esto es, verifica el color que ha adoptado la sangre y presenta el valor correspondiente a dicho color.

Otros glucómetros utilizan tecnología electroquímica para conocer el resultado, una vez que se ha dado la oxidación de la glucosa, se pasa una corriente eléctrica a través de la tira, la cantidad de corriente que pase será proporcional a la concentración de glucosa en la sangre y a continuación se muestra en pantalla el resultado.

Así funciona el glucómetro, que es el medio más difundido para conocer nuestros niveles de glucosa, sin embargo, la investigación de nuevos métodos y la búsqueda de resultados más preciso es una constante, entre más se perfeccionen estos métodos, mejor será la forma en que podamos tratar la Diabetes.

### **2.8.1.3. UTILIDAD DE LOS GLUCOMETROS**

**Tonyushkina K. y Col. (2009)**, Mencionan que los medidores de glucosa son universalmente utilizados en el tratamiento de los trastornos de hipoglucemia e hiperglucemia en una variedad de entornos de atención médica. El establecimiento de la precisión del medidor de glucosa es un reto. Medidores de glucosa sólo aceptan sangre entera. Glucosa como un analito es inestable en la sangre entera, y el proceso de estabilización de los inhibidores de la glucosa a través de la glucólisis puede interferir con algunos medidores de glucosa.

Exactitud técnica para medidores de glucosa se define mediante la comparación de los resultados del medidor contra los métodos de laboratorio clínico que utilizan muestras de plasma / a base de suero. Medidores de glucosa deben ser evaluados antes de su uso, y el modelo de glucómetro específico seleccionado deben basarse en el desempeño técnico y clínico en la población de pacientes previsto.

Un número de factores pueden afectar la exactitud de los resultados del medidor de glucosa, incluyendo la técnica del operador, la exposición ambiental y fisiológica y efectos de medicación del paciente. Los médicos deben considerar la variedad de factores que pueden afectar la precisión del medidor e interpretar los resultados del medidor de glucosa con respecto a la posibilidad de interferencia metros, cuestionando los resultados del medidor de glucosa cuando los resultados no coinciden con el escenario clínico.

**Villiers, E. y Col. (2012)**, Determinan que la glucosa en plasma puede evaluarse mediante un glucómetro, un analizador de química seca o pueden enviarse las muestras a un laboratorio externo. Debido a que solo se encuentra la glucosa en el componente plasmático de la sangre, si se utiliza la sangre entera para la evaluación de la glucosa, su concentración se ve influida por el valor hematocrito. Esto significa que las concentraciones de glucosa se sobreestiman en pacientes anémicos y se subestiman en pacientes con un aumento del valor hematocrito.

Las mediciones de la concentración de la glucosa en sangre entera también son menores a las obtenidas utilizando solamente plasma.

El uso de un glucómetro tiene ventajas como el requerimiento de pequeños volúmenes de sangre, los resultados son rápidos, es barato y es útil para la evaluación de tendencias; pero subestima la glucosa en sangre ya que se diseñó para humanos, se ve afectado por el valor hematocrito y la fiabilidad de los resultados pueden variar entre glucómetros.

**Tonyushkina K. y Col. (2009)**, Sostienen que los medidores de glucosa son ampliamente utilizados en hospitales, salas de emergencia, atención ambulatoria médica (ambulancias, helicópteros, barcos de crucero), y el hogar de auto-monitoreo. Los medidores de glucosa proporcionan un análisis rápido de los niveles de glucosa en sangre y permiten la gestión de ambos trastornos hiperglucémicos e hipoglucémicos y con el objetivo de ajustar la glucosa a una gama casi normal, dependiendo del grupo de pacientes.

El desarrollo de la automonitorización de la glucosa en la sangre (AGS) es probablemente el avance más importante en el control de la diabetes y ofrece la posibilidad de que los pacientes con diabetes puedan poner a prueba su propia glucosa en la sangre y ajustar la dosis de insulina para controlar sus niveles de glucosa necesita. Con la disponibilidad universal de los medidores de glucosa en la actualidad, es difícil imaginar que el manejo de la glucosa en sangre se consideraba imposible.

**Tonyushkina K. y Col. (2009)**, Señalan que los medidores de glucosa han encontrado ahora una amplia gama de aplicaciones en la medicina, tanto con fines de diagnóstico en la identificación de la hipoglucemia y la hiperglucemia en la sala de emergencia y la oficina del médico y de la gestión del control estricto de la glucemia en unidades de cuidados intensivos, así como la AMG en casa.

Aparte de la diabetes, la hiperglucemia puede ser como resultado de trauma, apoplejía, y otras condiciones agudas que comúnmente requieren gestión de

cuidados intensivos relacionada con el estrés. La hiperglucemia también puede ser secundaria a la utilización de algunos medicamentos, por ejemplo, los esteroides. La hipoglucemia, por otro lado, puede ser causada por una serie de condiciones agudas y crónicas.

La hipoglucemia puede ser el resultado de hiperinsulinismo, la falta de hormonas contra-reguladoras (cortisol o la hormona del crecimiento), errores innatos del metabolismo, e intoxicaciones de alcohol y de medicamentos (sulfonilurea, salicyates, propranolol). Hipoglucemia cetósica, una condición común en pediatría, puede requerir a los padres a utilizar un medidor de glucosa para evitar la hipoglucemia y establecer un horario de alimentación segura. La hipoglucemia es especialmente común en los niños pequeños, debido al gran tamaño de su cerebro en proporción con el resto de su cuerpo.

El cerebro representa el 60% de la utilización de la glucosa, por lo que los bebés y los niños pequeños tienen mayores tasas de utilización de glucosa y son más propensos a la hipoglucemia.

La hiperglucemia necesita ser diagnosticado y manejado con rapidez, como la hiperglucemia prolongada puede llevar a la deshidratación, alteraciones metabólicas y complicaciones cardiovasculares a largo plazo. La Asociación Americana de Diabetes (ADA) recomienda AMG para los pacientes de diabetes como un componente clave de su programa de manejo de la enfermedad.

El control glucémico es también cada vez más reconocido como una prioridad en el tratamiento de pacientes en estado crítico. Van den Berghe *et al* . demostrado una reducción significativa de la mortalidad a través de la normalización de los niveles de glucosa en pacientes cuyo médico intensivo cuidado unidad de estancia fue > 72 h y la reducción de la morbilidad en todos los otros pacientes de cuidados intensivos, con independencia de la duración de su estancia.

## 2.9. EVALUACION DE GLUCOMETROS

**Brito, Y. y COL (2014)**, Constatan que al evaluar analíticamente 100 muestras de sangre para obtener la exactitud y precisión de 9 glucómetros portátiles siguiendo las recomendaciones de la ISO ninguno de los dispositivos estudiados (9 glucómetros) cumple la norma ISO 15197:2013 (95% de los valores dentro del rango glucémico mundial)

De los PBGMs evaluados el más exacto fue ACCU CHEK AVIVA NANO con un 74% de las mediciones totales dentro de los límites, siendo la mejor opción entre los demás PBGMs evaluados dado su exactitud, precisión, y la falta de injerencia de hematocrito.

### Diferencia con referencia media (SD)

Dispositivo	Sangre Fuente	Diferencia con referencia media (SD)			
		Todo Rango (N = 100)	La hipoglucemia (N = 15)	Normoglucemia (N = 38)	La hiperglucemia (N = 47)
Valor de referencia media (SD)		175.30 (115.74)	51.38 (14.98)	106,15 (22,30)	265.04 (106.39)
Aviva	WB	19.32 (28.19)	1,38 (12,61)	8.87 (13.05)	32.67 (33.67)
	P	-10,90 (15,20)	-6,54 (3,48)	-5,69 (6,40)	-16,31 (19,82)
Estilo libre	WB	74.15 (55.24)	18.69 (13.60)	40.38 (21.09)	116,60 (48,83)
	P	0,89 (20,48)	-2.00 (4.95)	1.49 (9.85)	1,19 (28,21)
Glucocard	WB	48.18 (30.84)	25.54 (10.62)	40,64 (11,60)	60.44 (39.02)
	P	28.10 (20.21)	15.46 (5.97)	24.97 (6.62)	34.06 (26.97)
Hemocue	WB	47,83 (49,15)	2,75 (20,93)	22.08 (15.92)	80.02 (51.00)
	P	-10,79 (32,66)	-19,15 (9,61)	-18,49 (7,85)	-2,27 (45,07)
Ultra	WB	38,7 (30,99)	16.92 (13.16)	27.15 (13.53)	54.23 (36.56)
	P	-64,71 (43,32)	-6,62 (11,41)	-40,87 (17,16)	-99,81 (31,91)
Verio	WB	29,96 (32,45)	6,77 (11,19)	14.44 (10.09)	49.25 (37.28)
	P	-13,19 (14,42)	-5,42 (5,47)	-8,38 (7,16)	-19,17 (17,81)

**Cohen, TA. Y Col (2009)**, Evalúan la precisión de 6 glucómetros portátiles de glucosa en sangre (PBGMs) mediante la comparación de los resultados de estos medidores con los resultados obtenidos con un analizador de química de referencia, donde las concentraciones de glucosa en plasma obtenido con el analizador de referencia oscilaron desde 41 hasta 639 mg/dL.

Hubo correlaciones significativas entre las concentraciones de glucosa en sangre obtenidos con los 6 PBGMs y las concentraciones de glucosa en plasma obtenidos con el analizador de referencia ( $r > 0,96$ ). Sin embargo, para todos los 6 PBGMs, los resultados difieren de los resultados para el analizador de referencia, la diferencia aumenta a medida que aumenta la concentración de glucosa en plasma.

Se encontraron diferencias significativas en el sesgo entre los glucómetros.

Los resultados del estudio sugieren que existen diferencias sustanciales en la exactitud de PBGMs disponibles en la actualidad cuando se utiliza para determinar la concentración de glucosa en la sangre en los perros.

**Cohen, TA. Y Col. (2000)**, Sostienen que al comparar las concentraciones de glucosa en sangre obtenida usando un (POC) analizador de punto de cuidado, 5 glucómetros de glucosa en sangre portátiles (PBGM), y una tira de prueba de reactivo de color con concentraciones obtenidas usando un método de referencia, y para comparar las concentraciones de glucosa obtenida usando sangre fresca en el PBGM con concentraciones obtenidas utilizando sangre anti coagulada con heparina de litio.

De las 110 muestras de sangre de 34 perros; la concentración de glucosa de las muestras varió desde 41 hasta 596 mg / dl.

Para 3 de la PBGM, las concentraciones de glucosa en sangre obtenidos con sangre fresca no fueron significativamente diferentes de concentraciones obtenidos con muestras de sangre anti coagulada con heparina de litio. Ninguno de los dispositivos provistos resultados estadísticamente equivalentes a los resultados del método de referencia, pero el analizador POC era más preciso que los otros. Para algunas muestras, la confianza en los resultados de la PBGM o la tira de prueba de color habría dado lugar a decisiones clínicas erróneas.

Aunque las tiras de prueba de color y PBGM disponibles comercialmente proporcionan concentraciones de glucosa en sangre razonablemente cercana a los obtenidos con los métodos de referencia, algunos dispositivos eran más precisos que otros. Uso de los resultados de estos dispositivos podría conducir a decisiones clínicas erróneas en algunos casos.

**Domori, A. Y Col. (2014)**, Evalúan la precisión de 2 PBGMs diseñados para las personas en perros y gatos. Los niveles de glucosa en sangre se determinaron en muestras de sangre de 69 perros y 26 gatos ingresados en el Hospital Escuela de Veterinaria de la Universidad de Kagoshima, utilizando un Medisafe [PBGM-T] y un Antsense III [PBGM-H], y un FUJI DRI-CHEM 7000V como método de referencia. Se analizaron estadísticamente las correlaciones y los acuerdos entre los resultados.

Análisis de regresión simple reveló una alta correlación entre los valores de ambos PBGMs y el método de referencia tanto en perros y gatos. Sin embargo, Pasando-Bablok regresión y de Bland y Altman análisis revelaron que los datos de ambas PBGMs no mostraron concordancia estadística con los valores de referencia. Concordancia coeficientes correlacionados fueron moderados por el PBGM-T y casi perfecto para el PBGM-H para las muestras caninas, y eran pobres para la PBGM-T y sustancial para la PBGM-H para las muestras de felinos.

Los valores de hematocrito significativamente afectados los resultados de la PBGM-T, pero no el PBGM-H. Los análisis de rejilla Error reveló que todas las mediciones de ambos PBGMs llevarían a las decisiones de tratamiento aceptables.

Los hallazgos sugieren que tanto PBGMs, especialmente el PBGM-H, serían de utilidad clínica en clínica de pequeños animales, aunque hubo un sesgo entre cada PBGM y el método de referencia.

## **2.10. GLUCOMETRO DE USO HUMANO Y ANIMAL**

**Trenker, W. (2014)**, Menciona que los glucómetros se diferencian de los de uso humano y de uso animal por su calibración y por ser la distribución de glucosa en la sangre de humanos y animales distinta.

Por un lado, humanos y animales tienen distinto hematocrito, siendo en humanos 24-48%, en perros 37-55%, gatos 24-45% y caballos 24-48% lo que significa que el número de células rojas difiere mucho entre especies.

También hay una gran variación entre el tamaño de las células rojas entre especies causando distinta distribución de la glucosa en el plasma, por ejemplo en humanos, el porcentaje de glucosa en las células rojas es 42%, mientras que el 58% de la glucosa está situada en el plasma; y en el perro aproximadamente el 87.5% de la glucosa está localizada en el plasma y el 12.5% de la glucosa está localizada en las células de la serie roja.

## 2.11. DIABETES

**Fleeman, L. Rand, J. (2009)**, Refieren que la diabetes mellitus es una de las alteraciones endocrinas más frecuentes, afecta a perros mayores o de mediana edad y su prevalencia está aumentando. Hace treinta años, se diagnosticaba diabetes a 19 de cada 10000 perros que visitaban las clínicas veterinarias (*Marmor et al., 1982; Guptill et al., 2003*). En 1999, la prevalencia se había multiplicado por tres: la diabetes afectaba a 58 de cada 10000 perros que acudían a las clínicas veterinarias (*Guptill et al., 2003*).

La deficiencia de insulina tiene como consecuencia una alteración del metabolismo de los carbohidratos, de las grasas y de las proteínas. El metabolismo glucídico anormal se traduce en una hiperglucemia y una glucosuria y es el responsable de la poliuria-polidipsia y de la formación de las cataratas que se observan en los perros diabéticos. La hiperlipidemia, la producción de cetonas y las alteraciones hepáticas observadas en estos perros son consecuencia de las alteraciones en el metabolismo de las grasas. La reducción de la utilización de la glucosa, los aminoácidos y los ácidos grasos tiene numerosas y variadas consecuencias: letargia, pérdida de peso, menor estimulación del centro de la saciedad, mala calidad del pelaje y disminución de las defensas, características, todas ellas, típicas de los perros diabéticos que no están en tratamiento.

La formación de cataratas es la complicación más frecuente, y una de las más importantes, asociada a la diabetes de los perros (*Beam et al., 1999*). Son irreversibles y pueden evolucionar con bastante rapidez. Aproximadamente, el 30% de los perros diabéticos presentan ya una disminución de la visión cuando se presentan en la consulta (*Graham & Nash, 1997a*). En la mayoría de los perros diabéticos, las cataratas se desarrollan en los 5 o 6 meses siguientes al establecimiento del diagnóstico y en 16 meses, aproximadamente el 80% de los perros presentan un grado significativo de cataratas (*Beam et al., 1999*). El riesgo de desarrollar cataratas parece no tener relación con el nivel de hiperglucemia, sin embargo aumenta con la edad (*Salgado et al., 2000*). Por lo tanto, no es probable que el manejo de la dieta influya en la proporción o la gravedad del desarrollo de las cataratas en los perros diabéticos.

**Hoenig, M. (2003)**, Describe a la diabetes mellitus como una enfermedad causada por la incapacidad del cuerpo para hacer o utilizar insulina, que es una hormona producida y segregada por las células especiales del páncreas. La insulina permite que las células del cuerpo tomen azúcar (glucosa) de la sangre y la utilicen para su metabolismo y otras funciones.

La diabetes mellitus tipo 1 (conocida como diabetes dependiente de insulina), se produce cuando el páncreas no produce suficiente insulina. La diabetes tipo 2 (más común en gatos y seres humanos) ha sido llamada deficiencia relativa de insulina,

se produce cuando las células del cuerpo desarrollan resistencia a la insulina, lo que significa que son incapaces de utilizar eficazmente la insulina disponible, o cuando el páncreas está produciendo algo de insulina, pero no lo suficiente para servir las necesidades del cuerpo. La mayoría de los perros diabéticos tienen diabetes mellitus tipo 1. La administración de insulina de por vida generalmente es necesaria para controlar esta enfermedad.

Algunas razas parecen correr un mayor riesgo. En los perros, la diabetes es más común entre los keeshonds, malamutes, spitzes finlandeses, shnauzers enanos, caniches enanos y springer spaniels ingleses, mientras que entre los gatos, la raza burmesa parece desarrollar diabetes con más frecuencia, al igual que los gatos castrados de todas las razas.

La diabetes podría ser transitoria, especialmente en los casos en los que los animales han recibido medicación que antagoniza el efecto de la insulina, como es el caso de los corticoides o las hormonas sexuales, o en los casos en los que se da otra enfermedad endocrina de modo concomitante. La diabetes aparece con más frecuencia en los gatos y perros de avanzada edad.

Los síntomas clínicos de los animales de compañía con diabetes son similares a los de las personas y no son necesariamente específicos de la diabetes. El aumento del azúcar en sangre lleva a un aumento de la sed y la micción. Los perros y gatos diabéticos pueden estar obesos o delgados. Podría darse pérdida de peso y podría suceder rápidamente, dependiendo del estado de la enfermedad. Esto sucede a pesar de que a veces se dé un enorme apetito. Muchos animales diabéticos tienen hígados grasos y aproximadamente un tercio de todos los gatos diabéticos muestran una decoloración amarilla de las membranas mucosas (ictericia). El pelaje podría tener un aspecto descuidado. Un síntoma de diabetes en los gatos es una actitud poco común, el gato camina agachando los corvejones, tocando el suelo. Mientras que se suelen observar cataratas en muchos perros diabéticos en el momento del diagnóstico, raramente los gatos diabéticos desarrollan cataratas.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de fisiología veterinaria de la facultad de ciencias veterinarias, ubicado en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca, cuyas características geográficas y meteorológicas son:

Departamento	Cajamarca
Provincia	Cajamarca
Distrito	Cajamarca
Altitud	2678 m.s.n.m.
Latitud sur	7° 08'
Latitud oeste	78° 29'

#### **3.2. MATERIALES**

##### **3.2.1. Material Biológico**

**Sangre:** Para el presente trabajo se utilizó una gota de sangre obtenida por venopunción de la vena cefálica, la cual fue leída con un glucómetro digital de marca ACCU-CHEK Performa Nano.

**Suero Sanguíneo:** Para el presente trabajo se empleó suero sanguíneo de 50 perros procedentes de la ciudad de Cajamarca, previamente la sangre fue obtenida por venopunción de la vena cefálica la cual se centrifugó y se obtuvo el suero sanguíneo.

## 3.2.2. Material de Laboratorio

### 3.2.2.1. Material

- Reactivo Glicemia Enzimática AA
- Jeringas de tuberculina
- Guantes quirúrgicos
- Tubos de ensayo
- Tubos al vacío con tapa roja
- Tubos eppendorf 1.5 ml blanco
- Pipeta de bang
- Micropipetas 10 ul(Marca: Brand)
- Puntas azules (50-1000 ul)
- Puntas amarillas (05-200 ul)
- Gradillas
- Termómetro.
- Estetoscopio.
- Balanza.
- Fichas clínicas.
- Escobillas para lavar tubos
- Detergentes
- Mandil
- Algodón
- Cuaderno
- Plumones
- Marcadores

### 3.2.2.2. Equipos:

- Espectrofotómetro marca Espectronic ®  
Genesyso fotocolorímetro
- Centrifuga:  
Modelo: Rotina 380  
Marca: Hettichzentrifugen
- Refrigeradora
- Baño María o incubadora
- Glucómetro digital ACCU-CHEK Performa Nano

### 3.2.2.3. Material de campo:

- Tubos al vacío tapa roja
- Alcohol yodado
- Algodón
- Fichas de anamnesis
- Jeringas de tuberculina
- Jeringas y agujas N° 21
- Lancetas
- Tiras reactivas para glucómetro

### 3.3. **METODOLOGÍA:** La metodología en el presente trabajo fue.

#### **a. Toma de muestra y lectura de los niveles de glucosa en el glucómetro digital:**

##### **▪ Procedimiento:**

- ✓ La prueba se realizó con una gota de sangre del animal.
- ✓ Se insertó una tira reactiva en la parte correspondiente del glucómetro.
- ✓ Se desinfectó con alcohol parte del brazo donde se realizó la venopunción de la vena cefálica.
- ✓ Se esperó que el lector del glucómetro indique que puede colocar la muestra de sangre en la tira reactiva.
- ✓ Se colocó la gota de sangre en la tira reactiva.
- ✓ Se esperó unos segundos para obtener los resultados del glucómetro.

**b. Toma de muestras para Método de Laboratorio:** Una vez identificados los tubos se procedió a la toma de muestra.

▪ **Procedimiento:**

Se obtuvo una muestra de sangre de 2.5 ml directamente por punción a la vena cefálica utilizando agujas N° 21 y recepcionado en tubos de ensayo previamente estériles e identificados.

**b.1. Tratamiento de la muestra:**

Una vez colectada la muestra se procedió a:

- Colocar los tubos con la sangre en posición inclinada.
- Llevar lo más pronto posible la muestra de sangre al laboratorio clínico de la facultad de medicina veterinaria de la universidad nacional de Cajamarca y centrifugar durante 10 minutos a 2800 rpm.
- Trasvasar el suero a un frasco estéril.

**3.3.1. Método de laboratorio**

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Método Enzimático GLUCOSA (GOD-PAP)

Método descrito por VALTEK

- **Procedimiento:**
- Se llevó el reactivo a la temperatura que se realizó el ensayo. Las pipetas utilizadas estuvieron limpias y libres de residuos para no contaminar el reactivo.

	Blanco	Calibrador	Muestra
MUESTRA (ml)	—	—	0.01
CALIBRADOR (ml)	—	0.01	—
REACTIVO (ml)	1.00	1.00	1.00

- Se mezcló e incubó 5 minutos a 37°C o a temperatura ambiente (20° a 25°C). Se leyó las absorbancias ajustando a cero el espectrofotómetro con el blanco de reactivo. El color resultante estuvo estable por lo menos treinta minutos.

### **3.3.2. Método con el glucómetro digital**

- Debió lavarse las manos y secarlas.
- Se preparó el dispositivo de punción.
- La fecha de caducidad del tubo de tiras reactivas estuvo bien.
- Se insertó la tira reactiva en el glucómetro. En la pantalla apareció el símbolo de una gota de sangre parpadeando.
- Se efectuó la venopunción de la vena cefálica.
- Una vez que se extrajo la sangre se presionó el émbolo de la jeringa tratando de sacar una gota de sangre para hacerla rozar con la tira reactiva del glucómetro. Cuando parpadeó, indicó que hay suficiente sangre en la tira reactiva.
- El resultado de medición apareció en la pantalla.
- La medición se ha realizó con éxito, el medidor se apagó automáticamente 5 segundos después de retirar la tira reactiva.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la presente investigación se muestran a continuación:

CUADRO N° 01

	CONVENCIONAL	GLUCOMETRO
<b>MEDIA</b>	95.11	90.22
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	15.49	15.04
<b>VALOR MINIMO DE GLUCOSA (mg/dL)</b>	71.90	67
<b>VALOR MAXIMO DE GLUCOSA (mg/dL)</b>	140.5	130
<b>INTERVALO DE CONFIANZA</b>	4.29	4.17

La determinación comparativa de los niveles de glucosa en caninos adultos en la ciudad de Cajamarca mediante los métodos de laboratorio convencional y glucómetro digital se observan en el cuadro N° 01, donde se obtuvo una concentración de 95.11 mg/dL de glucosa sérica promedio usando el método de laboratorio convencional y un promedio de 90.22 mg/dL con glucómetro digital siendo este último menor al método anterior, posiblemente esto se deba por la diferencia que existe en la calibración de los glucómetros de uso humano y veterinario, la distribución de glucosa en la sangre, el valor del hematocrito y el tamaño de células rojas como lo menciona TRENKER.

VILLIERS, E. y Col. Mencionan que al utilizar sangre entera para evaluar la glucosa su concentración se verá influenciada por el hematocrito, también sostienen que las mediciones de la concentración de glucosa en sangre entera son menores a las obtenidas en suero o plasma.

MANTILLA, obtiene un concentración promedio de 92.2 mg/dL de glucosa en 150 caninos en la ciudad de Cajamarca, concluyendo que los valores mínimos y máximos de niveles de glucosa están comprendidos entre 63.2-120.8 mg/dL mediante método de laboratorio. DALMAU obtiene niveles de glucosa entre 70-120 mg/dl a 2600 m.s.n.m. Mientras que en el presente trabajo de investigación se determinó que los valores están comprendidos entre 71.9 – 140.5 mg/dL con un promedio de 95.11 mg/dL mediante análisis de laboratorio.

Holguín, D. y COL. Sostienen que los niveles de glicemia en caninos adultos están comprendidos entre 70 – 125 mg/dL; estas concentraciones pueden elevarse entre 130 y 180 mg/dL hasta dos horas después de la alimentación.

Los niveles de glucosa obtenidos mediante glucómetro en el presente trabajo están comprendidos entre 67 – 130 mg/dL con un promedio de 90.22 mg/dL.

PAREDES, usando como único equipo el glucómetro digital obtiene niveles de glucosa entre 60 – 165 mg/dL. Toma como referencia niveles de glucosa comprendidos entre 60-129 mg/dL y los comprendidos entre 130 – 180 mg/dL los toma como hiperglucemia subclínica.

Al analizar estadísticamente los datos obtenidos, el análisis de regresión indica que con un 97% de confianza hay correlación altamente significativa entre los métodos estudiados y en el análisis de varianza ( $\alpha=0.05$ ) obtenemos que no hay una diferencia significativa entre los niveles de glucosa obtenidos mediante los métodos estudiados, la cual podemos concluir diciendo que el glucómetro digital se puede usar en los centros veterinarios sin tener que llevar y esperar los resultados a un laboratorio de análisis clínicos.

**CUADRO N° 02**

	GLUCOMETRO DIGITAL DE USO HUMANO		ANALISIS DE LABORATORIO CONVENCIONAL	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
MEDIA	89.2	91.2	93.74	96.48
D. ESTANDAR	14.48	15.81	15.36	15.81
VALOR MINIMO	67 mg/dL	76 mg/dL	71.9 mg/dL	76.86 mg/Dl
VALOR MAXIMO	118 mg/dL	130 mg/dL	123.85 mg/dL	140.5 mg/dL

En el cuadro N° 02, se observa los niveles de glucosa sanguínea analizadas estadísticamente con glucómetro digital y análisis de laboratorio según el sexo.

La concentración de glucosas en machos y hembras está dentro de los valores normales tal como lo indica Holguín, D. y COL.

Estadísticamente en el análisis de varianza nos indica que no hay una diferencia significativa entre los niveles de glucosa según el sexo, estos resultados difieren de PAREDES, la cual concluye en su estudio que si existe una diferencia significativa entre los niveles de glucosa , siendo la hembras con un nivel de glucosa mayor al de los machos.

Briceño, concluye que no existe una diferencia significativa entre los niveles de glucosa en machos y hembras.

## V. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos en el presente estudio, concluimos lo siguiente:

1. Los niveles de glucosa obtenidos con el glucómetro digital de uso humano y los obtenidos por análisis de laboratorio convencional no tienen diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ )
2. Los niveles de glucosa obtenidos con ambos métodos están altamente correlacionados ( $r=0.97$ )
3. Los niveles de glicemia obtenidos de machos y hembras nos indica que no hay una diferencia significativa entre sexos ( $\alpha=0.05$ ).

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1. Realizar investigaciones usando otras marcas de glucómetro y compararlas entre sí para poder determinar cuál de las marcas es más confiable.**
- 2. Tener en cuenta que estadísticamente los resultados de los dos métodos al ser comparados resultan iguales, lo que en la práctica tiene una ligera variación.**
- 3. A pesar de no haber diferencia significativa con los valores de glucosa obtenidos mediante glucómetro digital de uso humano y análisis de laboratorio convencional existe una diferencia de alrededor de 4.87 mg/dL en promedio, lo que se recomienda que al usar el glucómetro incrementar en 4.87 mg/dL para dar un poco más de precisión.**

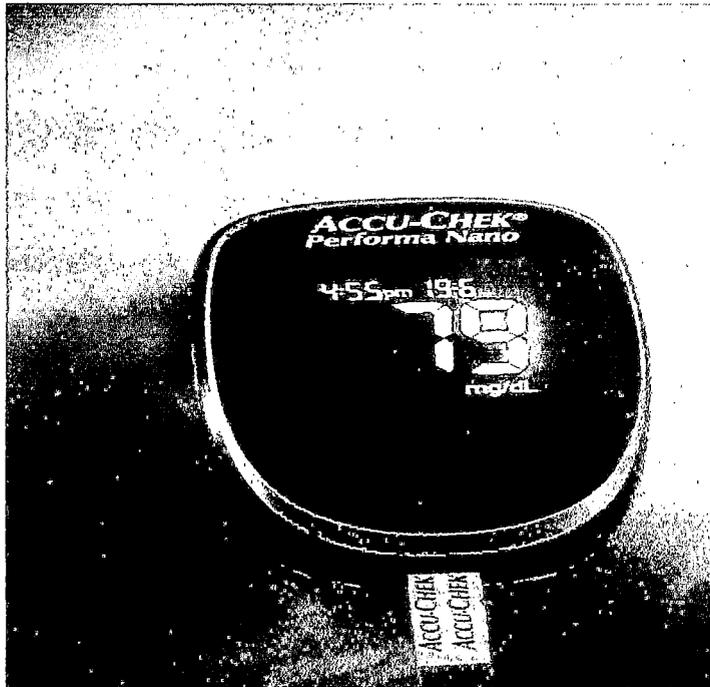
## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Arenas, M.; Pérez, DJ.; Bedoya, JT.2005.Analisis de los niveles de glicemia en caninos menores de 6 meses con enfermedad entérica diagnosticada en dos clínicas en Bucaramanga-Santander. Rev col cien pec; 18(4):384-385.
2. Briceño, M. 1997. Determinación de niveles de glucosa sanguínea en perros de 2 a 12 meses de edad, en la zona metropolitana de Guadalajara, jal., empleando el equipo glucometer R3. Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista/Facultad de ciencias veterinarias. Universidad de Guadalajara.Mexico.29pp
3. Brito, Y. Figueirinhas, P. Wiebe, J. López, L. Pérez, D. Melian, C. Wagner, A. Evaluación basada en ISO de exactitud y precisión de los medidores de glucosa en perros. Journal of veterinary Medicine. 2014; 28(5): 1405-1413.
4. Cohen, TA. Nelson, RW. Christopher, M. Feldman, CE. Evaluación de seis glucómetros portátiles para medir la concentración de glucosa en la sangre de perros. J Am VetMedAssoc. 2009; 235(1): 276-280.
5. Cohn,LA. McCAW, DL. Tate, DJ. Johnson, JC. Evaluación de cinco glucómetros portátiles de glucosa en sangre, un analizador de punto de cuidado, y las tiras de pruebas de color para medir la concentración de glucosa en la sangre de perros. J Am VetMedAssoc. 2000; 216(2): 198-202.
6. Cunningham, J.; Klein, B.2009.Fisiología veterinaria, 4ª edición. Editorial Elsevier. Barcelona, España.700 pp.
7. Dalmau, E.; Díaz, C.2008.Valores de electrolitos, gases sanguíneos, nitrógeno ureico y glucosa en sangre venosa, ubicados a 2600 msnm. RevMedVet; 16:53-61.
8. Domori, A. Sunahara,A. Tateno,M. Shimokawa,T. Setoguchi, A. Endo, Y. La utilidad clínica de dos glucómetros portátiles humanos en la práctica canina y felina. Patología Clínica Veterinaria. 2014; 43(1): 55-62.

9. Duarte, LZ.; Acuña, OT.: Arcila, V.; Bedoya, JT.2005.Estudio comparativo del perfil lipídico y glicemia en caninos obesos de las razas poodle y labrador. Rev Col CiencPec; 18(4):365.
10. Fleeman, L. Rand, J. Diabetes Mellitus canina: Estrategia nutricional.[http://www.ivis.org/advances/rc\\_es/A4306.0308.ES.pdf?LA=2](http://www.ivis.org/advances/rc_es/A4306.0308.ES.pdf?LA=2)
11. Gil, A.2010.Tratado de nutrición: Bases Fisiologicas y Bioquimicas de la Nutricion, 2° edición. Editorial medica panamericana. Madrid, España.965 pp.
12. Hill, R. Wyse, G. Anderson, M. Fisiologia Animal. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 2004.
13. Hoenig, M. Mascotas con diabetes.Diabetesvoice.2003; 48(1):34-35.
14. Holguín.; Buritica, E.2009. Correlación de los niveles de glicemia con diversas patologías en caninos cachorros y geriátricos presentados a consulta en la clínica de pequeños animales de la universidad de Tolima. Rev Col CiencAnim; 2(2):44-47.
15. Kraft, H.1998.Metodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria de mamíferos domésticos, 3°edicion. Editorial Acribia. Zaragoza, España.295pp
16. Latimer, K.; Mahaffey, E.; Prasse, K.2005.Patología clínica veterinaria, 4°edicion. Editorial Multimedica.España.550pp
17. López O. (2014). Obtenido de: <http://www.asvidia.org/como-funciona-un-medidor-de-glucosa/>
18. Lorenz, M.; Cornelius, L. 1990. Diagnostico medico de los pequeños animales. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 717pp.
19. Mantilla, R.2013.Determinacion de los valores de referencia de glucosa sérica en caninos de la ciudad de Cajamarca. Tesis para optar el título de médico veterinario/Facultad de ciencias veterinarias. Universidad nacional de Cajamarca.Peru.49pp

20. Murray, R. Bender, D. Botham, k. Kennelly, P. Rodwell, V. Weil, P. 2010. Bioquímica Ilustrada de Haper, 28° Edicion. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Mexico. 700 pp.
21. Tonyushkina K. Nichols J. Medidores de Glucosa: Una revisión de los desafíos técnicos para la obtención de resultados precisos. J Diabetes Sci Technol. 2009; 3(4): 971-980.
22. Trenker, W. glucómetro animal. 2014. disponible: [www.imexvetperu.com/articulos/WELVET701PE\\_GLUCO\\_CALEA\\_Folder\\_Nov14.pdf](http://www.imexvetperu.com/articulos/WELVET701PE_GLUCO_CALEA_Folder_Nov14.pdf)
23. Verona, A. Cómo funciona el glucómetro. México: Diabetes bienestar & salud; 2010. Disponible en : <http://www.diabetesbienestarysalud.com/2010/03/como-funciona-el-glucómetro/>
24. Villiers, E.; Blackwood, L. 2012. Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales. Editorial Lexus. España. 657pp.
25. Voet, D. Voet, J. Pratt, C. Fundamentos de Bioquímica. 2° Edición. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 2009.

VIII. ANEXOS



CUADRO N°01: ANALISIS DE VARIANZA DE 50 MUESTRAS DE NIVELES DE GLUCOSA

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	597.94	1.00	597.94	2.56	0.11	3.94
Dentro de los grupos	22845.18	98.00	233.11			
<b>Total</b>	<b>23443.12</b>	<b>99.00</b>				

CUADRO N°02: ANALISIS DE VARIANZA DE DOS MUESTRAS EN 50 CANINOS

**PRUEBA F PARA VARIANZAS DE DOS MUESTRAS**

	<i>CONVENCIONAL</i>	<i>GLUCOMETRO</i>
<b>Media</b>	95.11	90.22
<b>Varianza</b>	240.01	226.22
<b>Observaciones</b>	50.00	50.00
<b>Grados de libertad</b>	49.00	49.00
<b>F</b>	1.06	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0.42	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	1.61	

CUADRO N°03: ANALISIS DE REGRESION DE 50 MUESTRAS DE GLUCOSA

REGRESION LINEAL MULTIPLE	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.98
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.97
R <sup>2</sup> ajustado	0.97
Error típico	2.71
Observaciones	50.00

CUADRO N°04: ANALISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO POR SEXO

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	142.425535	1	142.425535	0.60233497	0.4395964	3.94016272
Columnas	597.937227	1	597.937227	2.52874948	0.1150767	3.94016272
Interacción	3.0075086	1	3.0075086	0.01271912	0.9104412	3.94016272
Dentro del grupo	22699.7471	96	236.455699			
<b>Total</b>	<b>23443.1174</b>	<b>99</b>				

1. Niveles de glucosa obtenidos con glucómetro digital de uso humano y los niveles de glucosa obtenidos con análisis de laboratorio convencional.

	CONVENCIONAL	GLUCOMETRO
1	82.13	79
2	85.44	81
3	105.97	101
4	98.02	91
5	92.72	87
6	94.05	89
7	79.48	78
8	80.80	80
9	92.06	87
10	82.79	78
11	123.85	118
12	85.97	79
13	72.19	68
14	88.09	83
15	105.31	100
16	71.90	67
17	97.52	92
18	103.31	100
19	82.65	79
20	84.30	80
21	80.99	77
22	73.92	70
23	108.26	102
24	100.00	99
25	99.01	96
26	77.03	73
27	83.47	81
28	76.86	76
29	99.01	94
30	111.57	108
31	103.64	99
32	82.73	82
33	93.64	90
34	89.09	86
35	90.00	87

36	121.82	115
37	103.64	102
38	96.36	91
39	127.27	129
40	114.30	105
41	85.50	78
42	140.50	130
43	105.70	102
44	77.40	69
45	93.20	83
46	98.20	90
47	84.60	77
48	95.70	87
49	127.20	121
50	106.40	95