

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEON

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA



**Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos
cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático
colorimétrico**

Trabajo monográfico para optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

Autores:

Bra. Meyleen Díaz Ortega
Bra. Griselda Cerda Saldaña

Tutores:

Salvador Contreras Espinoza, DVM.
Alan Enrique Peralta Ramírez, DVM, MSc, PhD.

Asesor:

Rembrandt Gutierrez, Lic.

León, 22 de junio del 2015

“A la libertad por la Universidad”

Dedicatoria

Dedicamos esta investigación primero a Dios que nos ilumina cada día nuestro camino hacia el éxito, y que nos ha permitido culminar satisfactoriamente una de nuestras metas, ser profesionales de la medicina veterinaria.

A nuestros padres, tíos, abuelitos que nos apoyaron para llevar a cabo esta tesis y que nos han acompañado a lo largo de nuestros estudios.

A nuestros profesores que fueron parte de nuestra formación académica y en especiales a nuestros tutores: Dr. Alan Peralta. y Dr. Salvador Contreras.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Objetivo.....	5
Marco teórico.....	6
Diseño metodológico.....	22
Resultados.....	27
Discusión.....	37
Conclusiones.....	41
Recomendaciones.....	42
Resumen.....	43
Bibliografía.....	44
Anexos.....	48

INTRODUCCIÓN

El análisis de glucosa sanguínea constituye un aspecto importante en la práctica clínica veterinaria. Que las alteraciones en la homeostasis de la glucosa están asociadas con diversos trastornos algunos de los cuales aumentan el riesgo de mortalidad.

Los métodos de determinación de glucosa que sean rápidos, económicos y precisos son importantes para proporcionar a los veterinarios información que permitan reconocer condiciones de variaciones de la glucosa en el perro. Un método alternativo a los procedimientos laboratoriales estándares es el uso de los analizadores portátiles de glucosa o glucómetros. ⁽¹⁾

Los glucómetros son dispositivos electrónicos diseñados para analizar los niveles de glucosa en sangre capilar que permiten al propietario del animal o al médico veterinario llevar un control de los niveles de glucosa en tiempo real. Una de las cualidades que deben de tener todo analizador portátil es la precisión de los resultados.

Así pues, los analizadores portátiles permiten tomar decisiones inmediatas al igual que monitorear frecuentemente los niveles de glucosa. Además, disminuyen el costo y el tiempo de análisis en comparación con métodos convencionales de laboratorio.

Actualmente en Nicaragua son pocos los laboratorios veterinarios que brindan servicios de bioanálisis clínico, además, el tiempo necesario para el traslado de las muestras y el requerido para las cuantificaciones de glucosa por métodos convencionales constituye un inconveniente que dificulta el diagnóstico clínico. Es por ello que se deben validar métodos alternativos que puedan ayudar a la labor del médico veterinario. ⁽¹⁾ El presente trabajo pretende comparar dos métodos para cuantificar los niveles de glucosa sanguínea, un método laboratorial (ensayo enzimático colorimétrico) y un glucómetro portátil.

ANTECEDENTES

El principal interés de utilizar glucómetros portátiles es monitorear los niveles de glucosa en mascotas con diabetes mellitus, sin embargo los resultados obtenidos por glucómetro pueden diferir por técnicas laboratoriales. En este sentido, Davison en 2003, evaluó las concentraciones de glucosa en sangre simultáneamente utilizando un glucómetro en perros diabéticos y un método laboratorial. Los autores reportaron que la correlación entre valores de glucosa en sangre y fluidos intersticiales fue de 0.81 ($P < 0.01$), y concluyeron que el glucómetro portátil es una herramienta potencialmente valiosa para el manejo de la diabetes canina. ⁽⁵⁾

Por su parte, Crossley y col. en un estudio realizado en el 2009 validaron un glucómetro modelo Accu Check Sensor. Los autores observaron correlación positiva entre el glucómetro portátil y el método laboratorial, sin embargo también observaron grandes dispersiones que se acentuaban en valores de glucosa en sangre bajos. Los autores asumen que el valor más cercano a la realidad lo establece el método laboratorial. Además, que el glucómetro portátil tiende a minimizar los valores reales de glicemia. ⁽⁴⁾

Se ha planteado que algunos parámetros sanguíneos, como el hematocrito podría interferir con las determinaciones de los glucómetros portátiles. Al respecto, Amanda y col., 2011, evaluaron el efecto del hematocrito en las determinaciones de glucosa en sangre de perros obtenidos por glucómetros y un analizador de laboratorio. Para el estudio los investigadores utilizaron 180 perros y mediante el análisis de regresión no se detectaron diferencias significativas en los resultados de los glucómetros y el analizador de laboratorio. ⁽²²⁾

En Nicaragua, la única evidencia de estudios en los que se utilizaron glucómetros portátiles para determinar los niveles de glucosa en perros es el realizado por Castillo y Meza en 2014. En este estudio los autores evaluaron la prevalencia de diabetes mellitus en caninos con edad mayor o igual a 5 años con el Glucómetro ACON On Call®. Los investigadores concluyeron que la utilización del glucómetro es una prueba diagnóstica rápida, de fácil acceso y confiable. ⁽¹⁵⁾

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la atención a la salud animal ha tomado importancia en la sociedad; los dueños de mascotas buscan mejorar su calidad de vida, adquiriendo conocimientos sobre las enfermedades que acontecen a la presentación de diabetes y su padecimiento y de esta manera atender a sus necesidades y extender sus años de vida.

Debido a que en Nicaragua no existe laboratorios veterinarios que de manera rutinaria realicen exámenes de bioquímica sérica se pretende evaluar dos métodos: (1) método laboratorial (2) un glucómetro portátil.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés de la aplicación de los análisis clínicos veterinarios en el diagnóstico de patologías en animales. El área de química sanguínea tiene gran importancia en esta aplicación porque ofrece información adicional al médico veterinario proporcionando herramientas para realizar un diagnóstico más preciso que conducirá al tratamiento específico.

El presente trabajo de investigación se pretende contestar a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos comparando el método laboratorial (ensayo enzimático colorimétrico) y el glucómetro portátil?

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Comparar dos métodos para la determinación de glucosa sanguínea en perros adultos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Medir el nivel de glucosa en sangre con el glucómetro y técnica de laboratorio.
- ✓ Caracterizar a los individuos según edad, sexo y manejo sanitario recibido.
- ✓ Evaluar las variaciones en los niveles de glucosa sanguínea debidas a la edad.
- ✓ Determinar la presencia de factores asociados con la presentación de diabetes mellitus en perros.

MARCO TEÓRICO

La glucosa es el carbohidrato fundamental en la dieta, este es el combustible más importante de los mamíferos. La mayor parte de los carbohidratos de la dieta se absorben en el torrente sanguíneo, junto con otros azúcares se convierten en glucosa en el hígado, realizan importantes funciones estructurales y metabólicas. (11)

La glucosa es el precursor en la síntesis de todos los otros carbohidratos en el cuerpo incluido el glucógeno para el almacenamiento, la ribosa y desoxirribosa en los ácidos nucleicos y la galactosa en la lactosa de la leche en glucolípidos y en combinación con las proteínas. (20,10)

La glucosa es un monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula (es un grupo aldehído). Su rendimiento energético es de 3,75 kilocalorías por cada gramo en condiciones estándar. Es un isómero de la fructosa, con diferente posición relativa de los grupos $-OH$ y $=O$. (19,24)

I. Metabolismo de la glucosa

a. Rutas metabólicas

La glucosa es transportada al interior celular por medio de proteínas específicas localizadas en la membrana celular que facilitan el transporte. Estas proteínas, reconocen a la glucosa y a otras aldohexosas, e incrementan la velocidad del paso de glucosa hacia adentro o afuera de la célula, según sean las necesidades energéticas del organismo. Cuando el organismo se encuentra en reposo, los carbohidratos no utilizados inmediatamente, son introducidos al interior celular para almacenarse en forma de glucógeno en los animales o almidón en los vegetales.

En condiciones de alta demanda energética ejercicio primeramente se utilizan las reservas internas de las células y posteriormente, en el caso de los animales, el

hígado que es el órgano de almacenamiento de carbohidratos, secreta glucosa al torrente sanguíneo para mantener la glucemia en niveles normales.

En el músculo, la glucosa es fosforilada para dar glucosa-6-fosfato. Cuando la célula tiene altas concentraciones de ATP, en estado de reposo, el exceso de glucosa forma glucógeno; en la situación contraria, la glucosa se degrada en la glucólisis produciendo ácido pirúvico.

La glucólisis es tanto la vía principal para el metabolismo de la glucosa como para el metabolismo de fructosa, galactosa y otros carbohidratos derivados de la dieta. La glucosa sanguínea pasa a las células, donde es degradada hasta piruvato mediante una serie de reacciones químicas que ocurren en el citosol de todas las células y es única en cuanto a que ocurren de forma aeróbica y anaeróbica. (14, 10,21)

b. Control endocrino

La función endócrina es la encargada de producir y segregar insulina y glucagón. En los islotes de Langerhans, las células alfa producen glucagón, que eleva el nivel de glucosa en la sangre; las células beta producen insulina, que disminuye los niveles de glucosa sanguínea; y las células delta producen somatostatina encargadas de regulación de la secreción de las células de los islotes. La función de una cuarta hormona, el polipéptido pancreático no se ha establecido. (10,18)

El páncreas es un órgano que tiene forma cónica y segrega enzimas digestivas que pasan al intestino delgado. Estas enzimas ayudan en la ruptura y regulación del metabolismo de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos en el quimo, secretados por los islotes de Langerhans. El páncreas al ser una glándula mixta, tiene dos funciones, una función endócrina y otra exocrina. (7)

La insulina es un polipéptido constituido por dos cadenas de aminoácidos enlazadas por puentes disulfuro, tiene una vida media de 5 minutos, es secretada por las células B de los islotes de Langerhans en el páncreas y es producida en respuesta a hiperglucemia, si se incrementa la glucosa en la sangre aumenta el flujo metabólico a través de la glucólisis. (21)

El glucagón es un polipéptido lineal, tiene una vida media de 5 a 10 minutos, es producido en las células A de los islotes pancreáticos y contiene 29 residuos aminoácidos. La hipoglucemia estimula su secreción. El glucagón es glucogenolítico, gluconeogénico, lipolítico y cetogénico. También estimula la secreción de la hormona del crecimiento, la insulina y la somatostatina pancreática. ⁽²¹⁾

c. Otras hormonas que afectan a la glucosa sanguínea

La glándula pituitaria inferior secreta hormonas que tienden a aumentar la glucosa en la sangre y por tanto contrarrestan la acción de la insulina. Estas hormonas son las del crecimiento, la ACTH y posiblemente otras hormonas diabeto génicas. ⁽¹¹⁾

La corteza suprarrenal secreta glucocorticoides que incrementan la gluconeogénesis, esto da como resultado una mayor captación hepática de aminoácidos y el aumento de la actividades enzimáticas. ⁽⁴⁾

La médula suprarrenal secreta adrenalina como resultado de estímulos estresantes y produce glucogenólisis en hígado y músculos debido a la estimulación de la fosforilasa por medio de la generación cAMP. La glucogenólisis origina un aumento de la glucólisis en el músculo en tanto que en el hígado la glucosa es el principal producto que causa un incremento en la glucosa sanguínea. ⁽¹⁵⁾

En ocasiones las afecciones del páncreas exocrino pueden a largo plazo desembocar en una diabetes mellitus. Por ello es recomendable que una vez diagnosticada una enfermedad del páncreas exocrino, se evalúe también periódicamente la glucemia en ese animal con el fin de detectar precozmente cualquier trastorno secundario en el metabolismo hidrocarbonado. ⁽¹⁰⁾

II. Metabolismo del glucógeno

El glucógeno es un polisacárido donde se almacenan glucosas, es una estructura de un elevado peso molecular, altamente ramificado.

Los principales depósitos de glucógeno en los vertebrados se encuentran en el hígado y músculo esquelético, este constituye un almacén notable de proteínas que se utilizan para el suministro de aminoácidos para la gluconeogénesis.^(18,21)

a. Gluconeogénesis

Es una vía metabólica que permite la síntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos, es decir, cualquier metabolito que pueda ser convertido a piruvato u oxalacetato puede ser un precursor de glucosa.⁽¹⁸⁾

La gluconeogénesis tiene lugar casi exclusivamente en el hígado ya que un 10% ocurre en los riñones. Es un proceso clave pues permite a los organismos superiores obtener glucosa en estados metabólicos difíciles como el ayuno.⁽²¹⁾

III. Concentración de glucosa en sangre

En la mayoría de los mamíferos la concentración de glucosa en la sangre se conserva entre 81.45 y 99.55 mg/dL en el estado de pos absorción. Después de ingerir carbohidratos, podría aumentar entre 117.65 y 130.32 mg/dL, y podría bajar a 59.73 a 70.60 mg/dL en un periodo de ayuno. La disminución repentina de glucosa en la sangre causa convulsiones como en una sobredosis de insulina debida a que el cerebro depende en forma inmediata del suministro de glucosa.⁽⁹⁾

a. Valores sanguíneos normales en el perro

En cachorros el valor normal es de 90-150 mg/dl y en perros adultos es de 70-125 mg/dl, según Wess y Reusch en la evaluación de cinco glucómetros portátil para monitorear la glucosa en perros.⁽²³⁾

b. Factores que modifican los valores normales de glucosa

La glucemia está determinada en todo tiempo por el equilibrio entre la cantidad de glucosa que entra al torrente sanguíneo y la que sale de él, y las principales causas que la modifican son la ingestión dietética, la velocidad de entrada a las células musculares, al tejido adiposo y a otros órganos así como la actividad glucostática del hígado.^(9,12)

Durante el ayuno el glucógeno hepático es degradado y el hígado contribuye con glucosa al torrente sanguínea, con ayuno más prolongado, el glucógeno se agota y se incrementa la gluconeogénesis a partir de los aminoácidos y el glicerol en hígado. ⁽⁹⁾

IV. Alteraciones en el metabolismo de la glucosa

a. Hiperglicemia

Se presenta si la concentración sanguínea de glucosa es mayor de 130 mg/dl, aunque los signos clínicos hiperglicémicos no desarrollan hasta que se supera el umbral tubular renal para la resorción de la glucosa. En los caninos, esto ocurre siempre que la concentración sanguínea de glucosa supera los 180-220 mg/dl. ⁽²²⁾

Causas de hiperglicemia	
<ul style="list-style-type: none">✓ Diabetes mellitus✓ Estrés✓ Efectos postprandiales✓ Hiperadrenocorticismo✓ Acromegalia (felinos)✓ Diestro (caninos)✓ Neoplasia-pancreática exocrina	<ul style="list-style-type: none">✓ Farmacoterapia✓ Corticosteroides✓ Progestágenos✓ Acetato de megestrol✓ Diuréticos tiazídicos✓ Soluciones parenterales con dextrosa

Fuente: Gómez y Pastor, 1992

El aumento de la concentración de glucosa sanguínea es el resultado del equilibrio entre la producción hepática de glucosa y el consumo de la misma por los tejidos periféricos, lo que se observa genéricamente en tres situaciones ⁽⁹⁾:

-Producción hepática normal y menor consumo periférico de glucosa.

-Aumento en la producción hepática y normal consumo periférico.

-Combinación de las dos circunstancias anteriores.

b. Fisiopatología

La hiperglicemia por si misma puede causar síntomas resultantes de la hiperosmolalidad de la sangre. Se observan síntomas como glucosuria por que la capacidad renal para la absorción de la glucosa esta excedida. La excreción de las moléculas de glucosa osmóticamente activas acarrea la pérdida de grandes cantidades de agua, la deshidratación aumenta la ingestión de agua, existe pérdida urinaria apreciable de Na^+ y K^+ por cada gramo de glucosa excretada se pierde 4.1 kcal del organismo. ⁽¹⁸⁾

Síntomas

Los síntomas clínicos pueden variar dependiendo de la enfermedad o condición de base. El perro puede no mostrar ningún síntoma grave, sobre todo aquellos en que la glucosa aumentó temporalmente, por causas hormonales, o la hiperglicemia inducida por el estrés. ⁽¹⁸⁾

En relación con la patología pancreática, la hiperglicemia se presenta en los casos de diabetes mellitus como signo patognomónico de la misma, siendo en esta situación donde se registran los aumentos más importantes en los niveles de glucosa. ⁽⁸⁾

Algunos de los síntomas más comunes incluyen: polidipsia, poliuria, pérdida de peso, obesidad, deshidratación, cataratas, hepatomegalia y heridas que no cicatrizan.

a. Hipoglicemia

Etiología

La hipoglicemia se presenta si la concentración sanguínea de glucosa es menor de 60 mg/dl. Se produce por el uso excesivo de la glucosa por células normales (por ej., hiperinsulinismo o neoplásicas, deterioro de la gluconeogénesis y glucogenólisis hepática (por ej., anastomosis portal), deficiencia de hormonas diabetogénicas (por ej., hipoadrenocortisismo) e ingesta inadecuada de glucosa y otros sustratos requeridos para la gluconeogénesis hepática (por ej., inanición) o una combinación de estos mecanismos (por ej., sepsis), debido al incremento de la captación de glucosa por el músculo esquelético cuando el grado de insulina

esta elevado debido a un tumor secretor de insulina (insulinoma) o como resultado de una hiperplasia de las células B , trastornos auto inmunológicos por anticuerpos, en enfermedades hepáticas. (3)

Causas de hipoglicemia	
<ul style="list-style-type: none">✓ Hemangiosarcoma✓ Insuficiencia hepática✓ Anastomosis portocava✓ Fibrosis crónica, cirrosis✓ Sepsis✓ Hipopituitarismo✓ Hipoglucemia idiopática<ul style="list-style-type: none">- Hipoglucemia neonatal- Hipoglucemia juvenil (especialmente e- Hipoglucemia del perro cazador✓ Falla renal	<ul style="list-style-type: none">✓ Diabetes✓ Policitemia marcada✓ Prolongado almacenamiento de la muestra✓ Iatrogénica✓ Insulinoterapia✓ Sulfonílureas✓ Etanol✓ Glicol de etileno✓ Artificial✓ Glucómetros✓ Error del laboratorio

Fuente: Gómez y Pastor , 1992

En términos generales el descenso en la glucosa sanguínea puede resultar de (9):

- Producción hepática de glucosa normal y aumento en el consumo periférico de la misma.
- Descenso en la producción hepática de glucosa y normalidad en su consumo.
- Combinación de las dos situaciones anteriores.

c. Síntomas

Hipoglicemia leve: Mucha hambre, escalofríos, debilidad, letargo o cansancio inusual.(13)

Hipoglicemia moderada: Desorientación, problemas con la visión, poca coordinación, caminar en círculos. El perro puede actuar como "borracho", Cambios en los movimientos de cabeza o cuello, Inquietud, Ladrado irritante. (13)

Hipoglucemia grave: Convulsiones, inconciencia.

d. Hipoglicemia consecutiva

Es una enfermedad pancreática, es típica de las situaciones de hiperinsulinismo, consecutivo a tumores que afectan a las células beta de los islotes de Langerhans, secretoras de insulina. Los tumores de este tipo, aunque raros, se han diagnosticados en perros y menos frecuentemente en gatos y la glucosa sanguínea en estos casos es del orden de 40 mg/dl, aunque se han detectado valores inferiores: 20-30 mg/dl. ⁽¹⁴⁾

V. Enfermedades asociadas a glicemia

a. Diabetes mellitus

No se conoce con exactitud la etiología de la enfermedad y son muchos los factores que se consideran como posibles desencadenantes de la misma. ⁽¹⁾

La diabetes mellitus puede definirse como una deficiencia absoluta o relativa de insulina, resultando una alteración del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas.. La enfermedad se presenta en 1 por cada 200 perros. ⁽¹⁾

El criterio diagnóstico más importante en los casos de diabetes mellitus es indudablemente el nivel de glicemia en el animal en ayunas generalmente niveles superiores a los 150-200mg/dl. Se consideran indicativos de una diabetes mellitus aunque se encuentren normalmente cifras muy superiores en los animales diabéticos. ⁽²²⁾

Causas y factores de riesgo

Edad: En perros, la diabetes suele presentarse entre los de 4 a 14 años de edad, con una mayor incidencia de los 7 a los 9 años. ⁽²⁰⁾

Sexo: Machos y hembras pueden desarrollar la diabetes; generalmente las hembras tienen un riesgo ligeramente superior.

b. Clasificación de la Diabetes Mellitus

La Diabetes Mellitus se clasifica en tipos I y II sobre la base de mecanismos fisiopatológicos y alteraciones patogénicas que afectan a las células β . ⁽²⁰⁾

Diabetes Mellitus tipo I

La etiología no está bien definida en los perros pero sin lugar a duda es multifactorial. Se caracteriza por la destrucción de las células β con la pérdida progresiva y final de la secreción insulínica. La diabetes mellitus tipo I puede tener un comienzo repentino de signos debido a la pérdida abrupta de la secreción insulínica. Estos animales requieren insulinización desde el momento del diagnóstico (diabetes mellitus insulino dependiente: DMID). ⁽²¹⁾

Independientemente de la etiología subyacente, los perros diabéticos son hiperglicémicos y glucosúricos, que conduce a los clásicos signos clínicos de poliuria, polidipsia (PU / PD), polifagia y pérdida de peso. El aumento de la movilización de grasas conduce a lipidosis hepática, hepatomegalia, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, y un aumento del catabolismo. Eventualmente, hipercetonemia, cetonuria, y Cetoacidosis desarrollan y resultan en compromiso progresivo del animal. ⁽²¹⁾

En algunos perros ocurre una forma externa de herencia representada por la carencia evolutiva de las células β . Las modificaciones genéticas menos graves en las células β pueden predisponer al animal a la aparición de la diabetes mellitus (DM) luego de la exposición a factores ambientales, tales como virosis, sustancias químicas tóxicas, situaciones de estrés crónico o prolongadas exposiciones a los antagonistas insulínicos.

Diabetes Mellitus Tipo II

La DM tipo II o no insulino dependiente (NID), debida a una disfunción primaria de los islotes celulares, es asintomática en la mayoría de los casos. Se caracteriza por presentar insulinoresistencia y/o disfunción de las células β . La secreción de insulina puede ser alta, baja o normal pero es insuficiente para superar la insulinoresistencia en los tejidos periféricos. ⁽⁷⁾

Los signos clásicos pueden ser inadvertidos o ser considerados irrelevantes estos animales no depende de la insulina para seguir realizando sus actividades motivo por el cual pasan desapercibidos. Generalmente hay un alto nivel de insulina en la

sangre con una resistencia a la insulina concomitante, sin embargo, ocasionalmente, la insulina está normal o hay una ligera insulinopenia. Este síndrome no es secundario a ninguna otra enfermedad, habiendo factores que contribuyen a este estado especialmente de tipo genético y ambiental. . La corrección de la hiperglicemia en ayuno, puede requerir el uso de: dietas, hipoglucemiantes orales o inyecciones de insulina. ⁽⁷⁾

Síntomas de la DM tipo II

Obesidad, Aumento de hormonas contrarreguladoras (glucocorticoides, hormona del crecimiento, progesterona).

El diagnóstico de diabetes mellitus se basa en la historia y en los signos clínicos asociados. Además, la presencia de glucosuria acompañada de valores de glucosa en sangre en ayunas, superiores a 180 mg/dl confirman la enfermedad.

VI. Nefropatía Diabética

Cuando glucosa permanece en la sangre en lugar de metabolizarse, puede provocar toxicidad el daño que el exceso de glucosa causa a las nefronas se llama nefropatía diabética siendo un trastorno que incluye procesos inflamatorios, degenerativos y escleróticos relacionados a la hiperglicemia persistente asociada a otros factores(hipertensión, dislipemia, predisposición genética). ⁽⁸⁾

a. Síntomas de nefropatía diabética

Se observan las siguientes manifestaciones clínicas asociadas a la patología: proteinuria, hipertensión sistémica, lesión glomerular progresiva y glomeruloesclerosis hasta establecerse una insuficiencia renal. ⁽⁸⁾

Tratamiento

No hay tratamiento específico para nefropatía diabética diferente del control minucioso del estado diabético, manejo medico conservador de la insuficiencia renal y control de la hipertensión sistémica. ⁽⁸⁾

VII. Cetoacidosis

Algunos perros diabéticos no tratados, pueden sufrir la Cetoacidosis diabética (CAD). Cuatro serían las principales alteraciones responsables de incremento de la citogénesis y la glucogénesis déficit isulínico, exceso de hormona diabetógenas, anorexia y deshidratación. Todos los pacientes con CAD tienen un déficit de insulina relativo o absoluto. El déficit isulínico es esencial en el inicio de la lipólisis. En presencia de insulina, los ácidos grasos no esterificados liberados por el tejido adiposo son usados a nivel extrahepático, como combustible oxidativos y también son asimilados por el hígado en un porcentaje que depende de su concentración plasmática. En presencia de insulina los ácidos grasos son incorporados en triglicéridos en el hígado pero en la situación inversa estas sustancias son convertidas en el derivado de acetil- CoA de la coenzima A (CoA) que es oxidado a acetil-CoA. En la diabetes grave el acetil-CoA es desviado casi por completo a la formación de aceto acetil-Coa y luego hasta el ácido acetoacetico. La acetona se forma por la descarboxilación espontanea del acetoacetato. Estos cuerpos cetónico causan la cetosis y acidosis de la CAD. ⁽²¹⁾

La citogénesis es potenciada por el exceso de hormona diabetógenas y factores no hormonales sobre todo el ayuno y la deshidratación. Las propiedades antagónicas a la insulina de las hormonas diabetógenas intensifican la hiperglicemia y cetonemia en curso provocando acidosis, depleción hídrica e hipotensión. ⁽⁸⁾

La naturaleza aniónica de las cetonas, incluso a pH urinario con máxima acidez, obliga la excreción de iones con cargas positivas, como el sodio y el potasio llevando su fuga hacia la orina, provocando diuresis osmótica. ⁽⁸⁾

La pérdida urinaria de líquido y sal es un contribuyente principal en la presentación de la deshidratación. La deshidratación marcada se debe a la falta de ingesta por las náuseas y entumecimiento asociados con la hiperosmolaridad, hiperglucemia y CAD. Los factores contribuyentes posteriores son el vómito, diarrea e hiperventilación. La deshidratación fomenta la azotemia prerrenal y alteración de la frecuencia cardiaca. ⁽¹¹⁾

Tratamiento:

Si persiste una cetonuria leve o si el paciente cetoacidótico en principio se muestra normal, debe administrarse insulina regular de acción corta hasta que se resuelva la cetonuria. Las dosis de insulina deben ajustarse sobre las bases de las glicemias, se controla la glicemia y cetonuria así como el estado clínico del enfermo. Si la glucemia está bien controlada caerán las concentraciones de cetonas aunque estos pueden tardar unos pocos días. ⁽⁸⁾

a. Diabetes no cetónica hiperosmolar

La hiperglicemia junto a la diuresis osmótica y uremia prerrenal que ocurre en algunos perros diabéticos tiene el potencial de originar una hiperosmolaridad grave del líquido extra celular y la presentación del síndrome no cetónico hiperosmolar (SDNH). Este síndrome está caracterizado por: hiperglicemia grave (glicemia >600 mg/dl), hiperosmolaridad (>350 osm/kg), deshidratación clínica pronunciada, falta de cuerpos cetónicos en orina o suero, acidosis metabólica ausente o moderada, cierta depresión del sistema nervioso central, al menos hasta el punto de letargia. ⁽¹⁾

Ciertos fármacos, como los anticonvulsivos, glucocorticoides y diuréticos tiazídicos también pueden desencadenar o contribuir a la progresión de éste síndrome. ⁽⁸⁾

La patogenia del SDNH no se comprende muy bien pero se piensa que actuaría una disfunción nerviosa central o la interferencia con la toma de líquidos inducida por la hiperosmolaridad, azotemia y náusea. Cuando el espacio extravascular se contrae, disminuye la perfusión tisular que lleva a una reducción del VFC que a su vez, causa o agrava la azotemia. Esta situación también empeora la hiperglicemia debido a la retención de glucosa. La falla renal anúrica u oligúrica interfiere con la excreción renal de la glucosa y la limita; esto contribuye normalmente en el incremento de la glicemia y osmolaridad. La hiperosmolaridad ocasiona confusión mental, que además contribuye a reducir o moderar la ingestión de líquidos y así se suma a la complejidad global de este problema. ⁽⁷⁾

Los datos del examen físico dependen presencia o intensidad CAD y tipo de los procesos concurrentes. En el diabético no cetónico no hay anormalidades clásicas. Los signos físicos puede incluir depresión, debilidad, deshidratación de leve a moderada, taquipnea, vómitos, cataratas, pancreatitis, infecciones hepáticas, dolor abdominal y aliento cetónico, hipotermia y un tiempo de relleno capilar retardado.⁽⁸⁾

VIII. Síndrome metabólico/ obesidad canina

Es un nombre para un grupo de factores de riesgo que ocurren juntos y aumentan la probabilidad de sufrir artropatía, accidente cerebrovascular y diabetes tipo II.

La obesidad canina está relacionada con resistencia a la insulina, hipertensión arterial y altos niveles de colesterol en la sangre, se ha encontrado que también tiene relación con un síndrome metabólico muy parecido al que ocurre en humanos obesos. Los canes que padecen el síndrome metabólico tienen menor cantidad de adiponectina, una proteína esencial para procesar los azúcares y grasas que ingieren a través de los alimentos.⁽⁸⁾

Los perros obesos con el síndrome metabólico son cada vez menos capaces de metabolizar el azúcar y las grasas que ingieren, obligan a su páncreas a trabajar a un ritmo superior para controlar la cantidad de glucosa de su organismo, por lo que reducen su capacidad de mantenerse o recuperar su peso ideal canino, esto conduce a intolerancia a los carbohidratos y predispone al desarrollo de diabetes mellitus.

Los dos factores de riesgo más importantes para el síndrome metabólico son:⁽²⁾

- ✓ Peso extra alrededor del cuerpo. Se considera un animal obeso cuando el peso corporal supera el 15 % del peso ideal.

- ✓ Resistencia a la insulina, una hormona producida en el páncreas. En consecuencia, el nivel de glucosa en la sangre se eleva, lo cual provoca

que la insulina aumente. Esto puede incrementar la cantidad de grasa corporal.

Una serie de parámetros indicadores del metabolismo del cortisol se correlacionan positivamente con componentes del síndrome metabólico. Así, la cortisolemia basal se correlaciona con la presión arterial, glicemia, resistencia a insulina y concentraciones de triglicéridos.

Estas complicaciones, pueden desaparecer si el perro logra reducir el peso corporal.

IX. Métodos para determinar los niveles de glucosa en sangre

El análisis de la glucosa mide la cantidad (concentración) de glucosa presente en la sangre. ⁽¹⁹⁾

La determinación de glucosa sanguínea es una prueba muy frecuente en bioquímica y se puede llevar a cabo tanto por métodos químicos como enzimáticos, siendo estos últimos los más específicos.

A continuación se describirán ambos métodos:

a. Métodos químicos

Reductimétricos: que se basan en la capacidad reductora de la glucosa. Debido a la presencia en la muestra de otros compuestos reductores, estos métodos dan cifras superiores a las correspondientes a la glucosa verdadera.

Furfurálicos: se basan en la capacidad de la glucosa para formar furfural al sufrir deshidratación en un medio ácido. Un ejemplo es el método que emplea o-toluidina.

b. Métodos enzimáticos

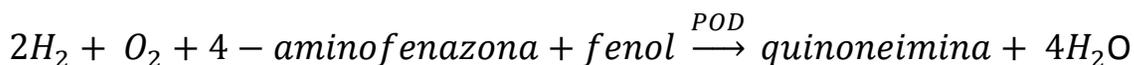
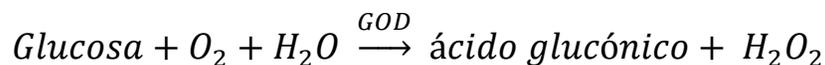
- **Método de la hexoquinasa**

Principio: Este método emplea las enzimas hexoquinasa y glucosa-6-fosfato deshidrogenasa. Por cada molécula de glucosa se forma una de NADPH, que puede medirse espectrofotométricamente a 340 nm. Es el método de referencia recomendado por las organizaciones internacionales.

- **Prueba enzimática colorimétrica por glucosa, método sin desproteinización**

Principio: La glucosa se oxida en presencia de la enzima glucosa oxidasa (GOx), es una oxidorreductasa que cataliza la oxidación de la glucosa para formar de ácido glucónico a peróxido de hidrógeno y D-glucono-δ-lactona. Es detectado por un aceptor de oxígeno cromogénico, fenol-4-aminofenazona en presencia de peroxidasa. ⁽¹⁹⁾

Principio de la reacción



Aplicaciones

La glucosa oxidasa es ampliamente utilizada acoplada a una reacción mediada por la peroxidasa que permite visualizar colorimétricamente el H₂O₂ formado, de este tipo son los ensayos para la determinación de glucosa libre en el suero o plasma sanguíneo utilizados con finalidades diagnósticas. La reacción es adaptable a procedimientos manuales utilizando un espectrofotómetro o a técnicas automatizadas, e incluso para su utilización en ensayos rápidos como los de las tiras reactivas de orina. ⁽¹⁹⁾

La glucosa oxidasa es ampliamente utilizada para la determinación y cuantificación de glucosa libre en los fluidos biológicos, tales como sangre y orina y en las células contribuye a degradar los azúcares hacia sus metabolitos.⁽¹⁹⁾

Equipo Adicional

Se requiere un espectrofotómetro y lectura a 505 nm colorímetro (490-550)

Tipo de muestra

Se puede emplear plasma y suero. La glucosa estable por 24 horas de 2 a 8°C si el suero es separado dentro de 30 min después de la toma de la muestra de sangre.

Sueros ictericos interfieren en la prueba y no pueden ser usados como muestras. Los triglicéridos hasta 2500 mg/dl, la hemoglobina hasta 500 mg/dl y el ácido ascórbico hasta 20 mg/dl no interfieren en la prueba.

X. Analizadores Portátiles de Glucosa

El fundamento físico y bioquímico enzima-sustrato explica el funcionamiento del glucómetro, las tiras reactivas contienen una enzima que cataliza la glucosa contenida en una muestra de sangre capilar. Ninguna molécula de glucosa se transforma si no entra en contacto con la enzima Glucosa Deshidrogenasa. El flujo de electrones producido en esta reacción, es detectado por un fino sensor de corriente eléctrica que es interpretada como cantidad de glucosa en la muestra.⁽¹⁹⁾

Características del glucómetro TRUE Balance™

Las especificaciones del sistema según la fábrica donde son elaborados refieren que este modelo posee una escala de resultados de 20-600 mg/dl, principio de medición mínimo 1microlitro, tiempo de la prueba: 10 segundos, valor de resultados serán valores de plasma, el método de ensayo es electroquímico y las muestras se evaluarán en sangre completa fresca capilar o control de glucosa. (1)

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

Estudio descriptivo de corte transversal.

Población de estudio

Caninos con edades comprendidas de 1 a 5 años del Barrio Sutiaba de la ciudad de León.

Animales en estudio

La muestra del estudio correspondió a 50 perros escogidos aleatoriamente.

Área de estudio

El estudio se realizó en el Barrio Sutiaba de la ciudad de León, ubicado en la región pacífico de Nicaragua, es cabecera departamental del departamento de León, el cual se divide según el SILAIS en tres sectores: Perla María Norori, Mantica Berrio, y Sutiaba.

Fuente de información

Primaria: Se solicitó al propietario del canino la información sobre el mismo.

Instrumento

Ficha de recolección de datos

Recolección de la información

Se visitó casa a casa para identificar la población canina de dicho barrio, además de esto se pidió el consentimiento informado para permitir que el perro participe en el estudio, para esto se entrevistó a los dueños de los canes con el propósito de solicitarles la colaboración para el estudio mediante una conversación directa con ellos.

Se determinó la ruta de muestreo a seguir mediante un listado por sector, con la finalidad de obtener un orden de trabajo.

Una vez identificados se escogió aleatoriamente a 50 perros, se indicó a los dueños de los caninos escogidos suprimir la alimentación de los perros durante la noche anterior y la mañana antes de la prueba con glucómetro.

Se anotaron los datos mostrados y las características del perro en una ficha.

Recolección de la muestra de sangre

La obtención de la muestra de sangre se realizó por punción de vena cefálica externa izquierda con una aguja 21g y jeringa estéril de 5 ml. La sangre obtenida se depositó en un tubo de ensayo, luego se almaceno en refrigeración hasta su traslado al laboratorio.

Determinaciones de glucosa mediante analizador portátil

Una vez obtenida la muestra y después de depositarla en el tubo de ensayo se tomó de la jeringa una gota de sangre para realizar la determinación con el analizador portátil. TRUE balance (NIPRO Diagnostic- FL, USA)

Determinaciones laboratoriales de glucosa

Las muestras refrigeradas fueron trasladadas a un laboratorio de análisis clínico donde se realizaron las determinaciones por método laboratorial enzimático colorimétrico (Cypres diagnostic Bélgica)

Criterios de inclusión

- Caninos cuyos propietarios estuvieron de acuerdo a participar en el estudio.
- Se incluyeron únicamente caninos con edad de 1 a 5 años.
- Caninos que se encontraron dentro del barrio Sutiaba.
- Caninos que se encontraron en ayuno de 12 horas.
- Caninos cuya raza es criolla.

Criterios de exclusión

- Caninos cuyos propietarios no estuvieron de acuerdo a participar en el estudio.
- caninos con edades menores a 1 año y mayores a 5 años.
- Caninos que se encontraron fuera del barrio Sutiaba.
- Caninos que no se encontraron en ayuno de 12 horas.
- Caninos cuya raza no es criolla.

Análisis estadístico

Se procesaron los datos obtenidos utilizando el programa SPSS Y Microsoft Excel. Los resultados obtenidos se representan mediante gráficos y tablas.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Operacionalización		
	Descripción	Escala	Indicador
Edad	Con origen en el latín <i>aetas</i> , es un vocablo que permite hacer mención al tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo.	1 años 2 años 3 años 4 años 5 años	Porcentaje
Sexo	En su definición estricta es una variable biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades solamente: hembras o machos. La diferencia entre ambos es fácilmente reconocible y se encuentra en los genitales, el aparato reproductor y otras diferencias físicas	Macho Hembra	Porcentaje
Raza	Es una subdivisión de una especie de la biológica que se forma a partir	Criolla/Mestiza	Porcentaje

Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

	de ciertas características que diferencian a sus individuos de otros. Dichas particularidades se transmiten mediante los genes que se heredan.		
Glicemia	Se llama así a la glucosa que circula por la sangre.	Hipoglicemia Normoglicemia Hiperglicemia	mg/dL
Condición corporal	Es una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos.	Delgado Regular Bueno obeso	Porcentaje
Aptitud	Se refiere a las condiciones psicológicas de un animal que se vinculan con sus capacidades y posibilidades en el ámbito del aprendizaje.	Compañía Protección	Porcentaje
Actitud	Es el comportamiento corporal de los animales cuando se les presenta un estímulo físico.	Pasivo Hiperactivo Agresivo	Porcentaje
Tamaño	Se designa la altura de un individuo	Miniatura Pequeño Mediano Grande gigante	Porcentaje
Tipo de alimentación	Compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida para el funcionamiento fisiológico del organismo.	Concentrado Comida casera mixto	Porcentaje
Frecuencia de alimentación	Tiempo transcurridos entre el suministros de las comida durante el día.	1 vez al día 2 veces al día Más de 3 veces al día	Porcentaje
Tiempo en que consume la ración	Tiempo que transcurre durante la ingesta de alimentos.	< 5 minutos 5-10 minutos > 10 minutos	Porcentaje

Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

Tratamiento antiparasitario	Es un medicamento usado en humanos y animales para el tratamiento de infecciones causadas por bacterias y parásitos.	< de 1 mes > 3 meses > 6 meses	Porcentaje
Ultima aplicación de vitaminas	Son compuestos heterogéneos aplicados en un tiempo determinado imprescindibles para la vida, que al aplicarlo de forma equilibrada y en dosis esenciales promueven el correcto funcionamiento fisiológico.	< de 1 mes > 3 meses > 6 meses	Porcentaje
Visitas al veterinario	Veces que se visita al veterinario al año	< de 1 mes > 3 meses > 6 meses	Porcentaje

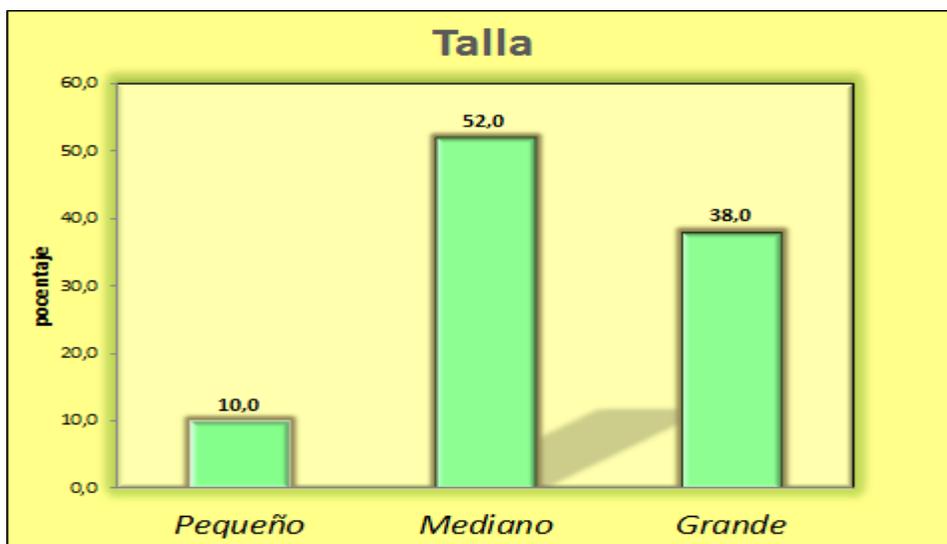
RESULTADOS

Gráfica 1



En el **gráfico 1** se observa las diferencias en la condición corporal de los caninos estudiados, donde el 6% están delgados, el 32% presentan una condición regular y el 62 % una condición buena (**Buena, regular y mala**)

Gráfica 2



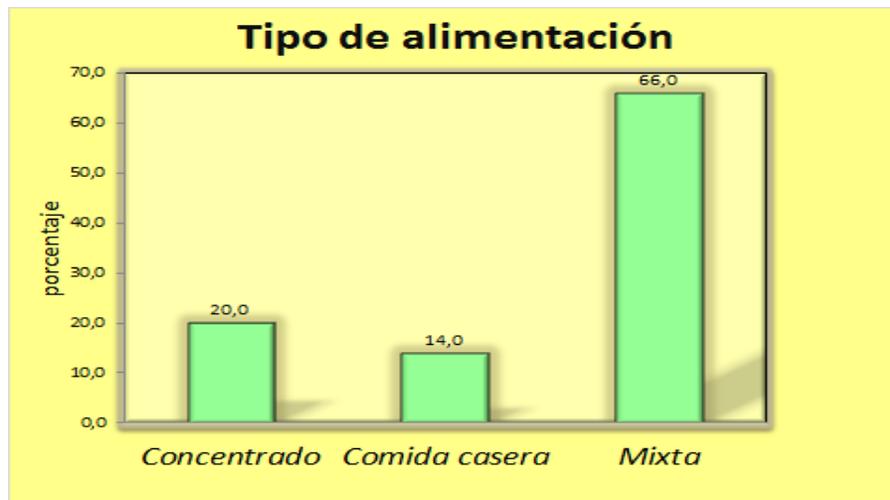
La mayoría de los canino estudiados fueron de talla mediana (52.0%). Mientras que el 38.0% eran de talla grande (**Gráfico 2**).

Gráfica 3



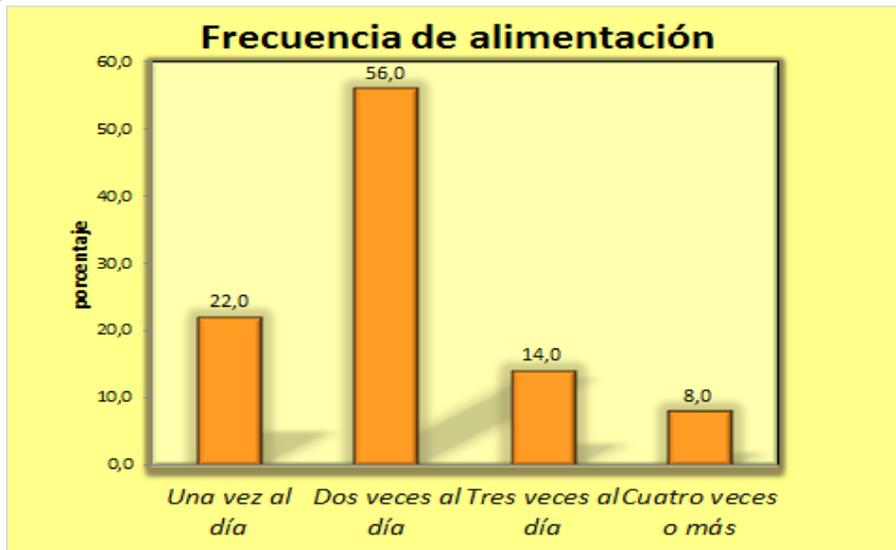
La mayoría de los animales estudiados eran de aptitud de protección (60.0 %), mientras que sólo el 40% son utilizados como animales de compañía (**Gráfico 3**).

Gráfica 4



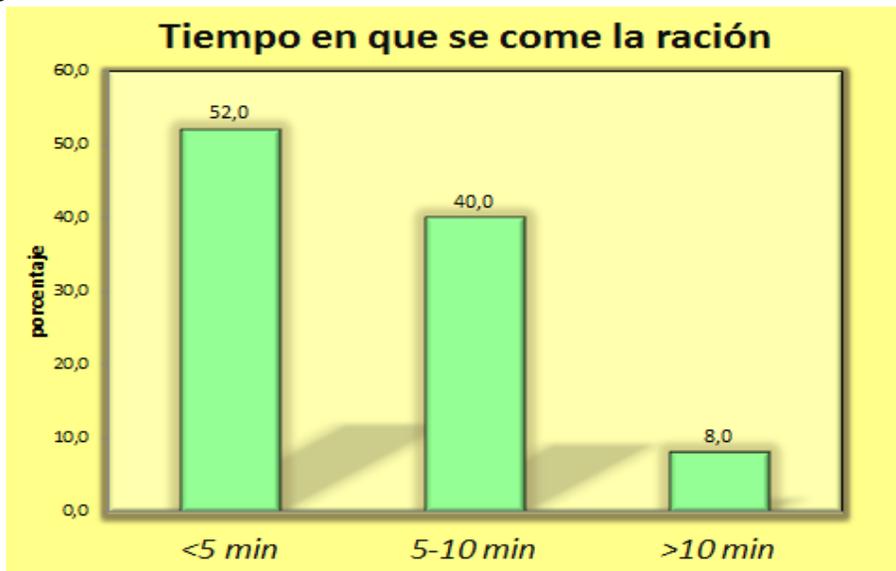
En el **gráfico 4** se observa el tipo de dieta que se les suministra a los animales estudiados. El 66.0 % son alimentados con dieta mixta, 14% con comida casera y el 20% recibe concentrado.

Gráfica 5



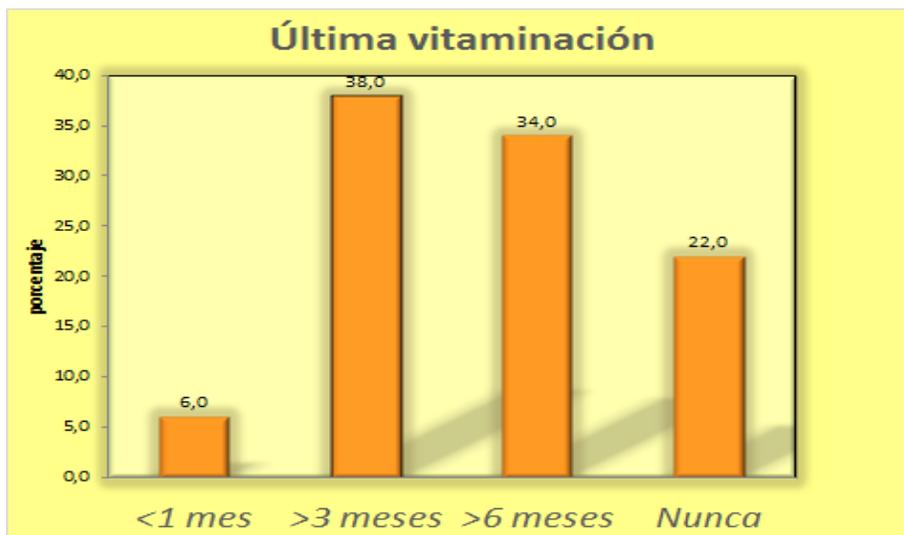
En el **gráfico 5** se muestra la frecuencia de alimentación al día. El 56.0% de los propietarios suministran dos veces al día de ración de comida, el 22.0% una vez al día, el 14.0% 3 veces y el 8.0%.

Gráfica 6



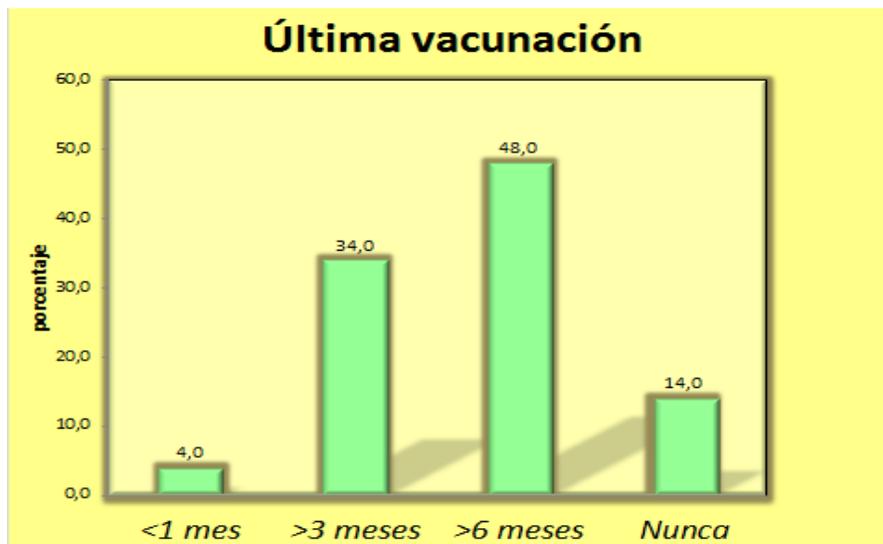
Con el propósito de obtener datos que permitieran identificar polifagia en los animales estudiados, se preguntó a los propietarios en cuánto tiempo los animales consumían el alimento suministrado. Se encontró que el 52.0% se termina la ración en menos de 5 minutos, el 40.0% lo consume entre 5-10 minutos y el 8.0% en un tiempo mayor a 10 minutos. (**Gráfico 6**).

Gráfica 7



En el **gráfico 7** se muestra la última aplicación de suplementos vitamínicos a los caninos. En el 38 % fue hace 3 meses, en el 34% hace más de 6 meses, 6% hace menos de un mes y un 22% que nunca han recibido suplementos.

Gráfica 8



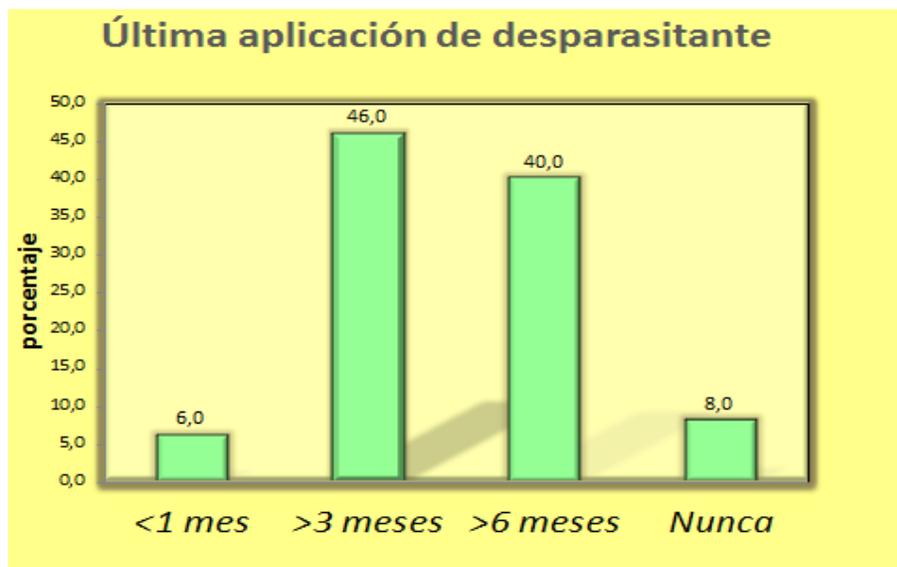
La última vacunación de los caninos fueron realizadas hace más de 6 meses en un 48%, hace más de 3 meses en el 34% de los animales, menos de un mes 4% y nunca se han vacunado, 14 % (**Gráfico 8**).

Gráfica 9



El **gráfico 9** presenta con qué frecuencia se les brinda la asistencia médica a los animales en el estudio. El 56% visitan ocasionalmente, 14 % cuando se enferman, 4% cada mes, y 26% nunca.

Gráfica 10



En el **gráfico 10** representa que 46.0% de canino en estudio recibió una dosis de antiparasitario >3 meses, el 40.0% >6 meses, el 6.0% >1 mes, y el 8.0% nunca se desparasito.

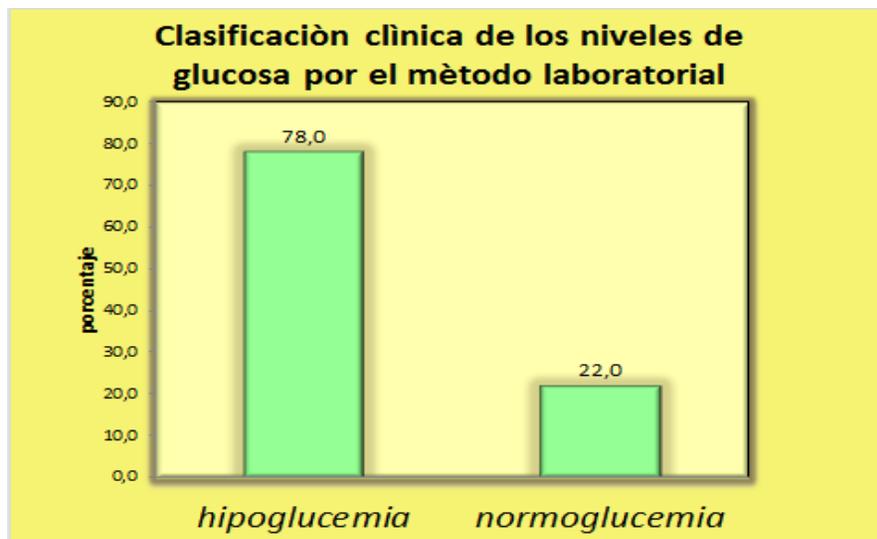
Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

Grafica 11



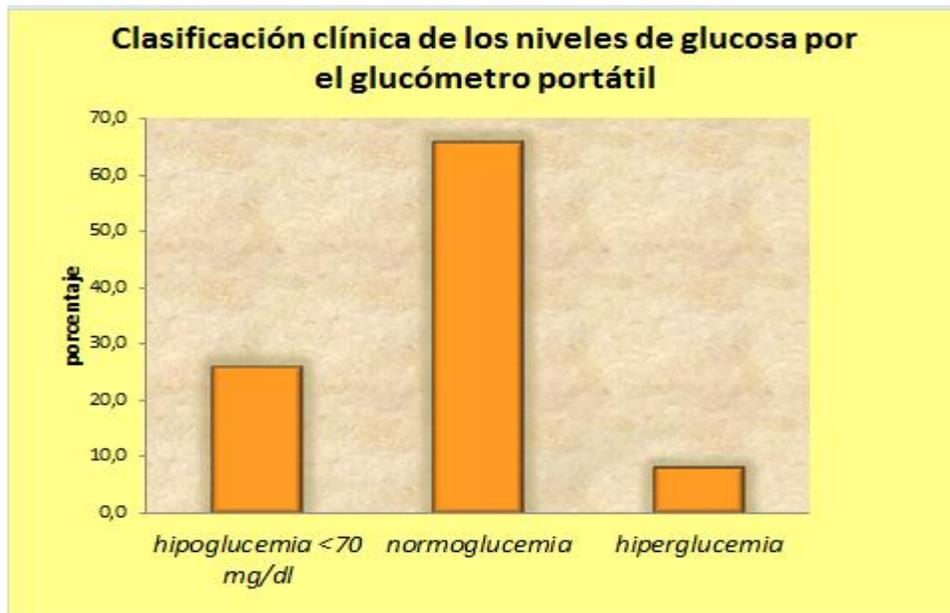
En el **gráfico 11** se representan los valores promedio (media +/- desviación estándar) de glucosa en sangre determinada por ambos métodos en los animales estudiados. Se observa claramente la tendencia del glucómetro portátil a registrar niveles más altos de glucosa.

Gráfica 12



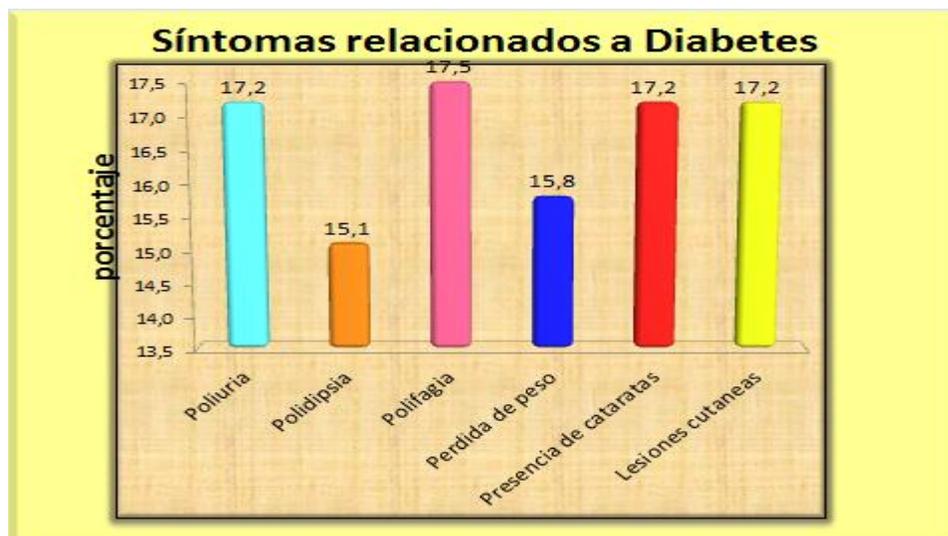
Clasificación clínica de los niveles de glucosa por el método laboratorial en los animales estudiados. En el **gráfico 12** se evidencia que los resultados de laboratorio clasifican a los pacientes con hipoglucemia (78%) y con Normoglicemia (22.0%).

Gráfica 13



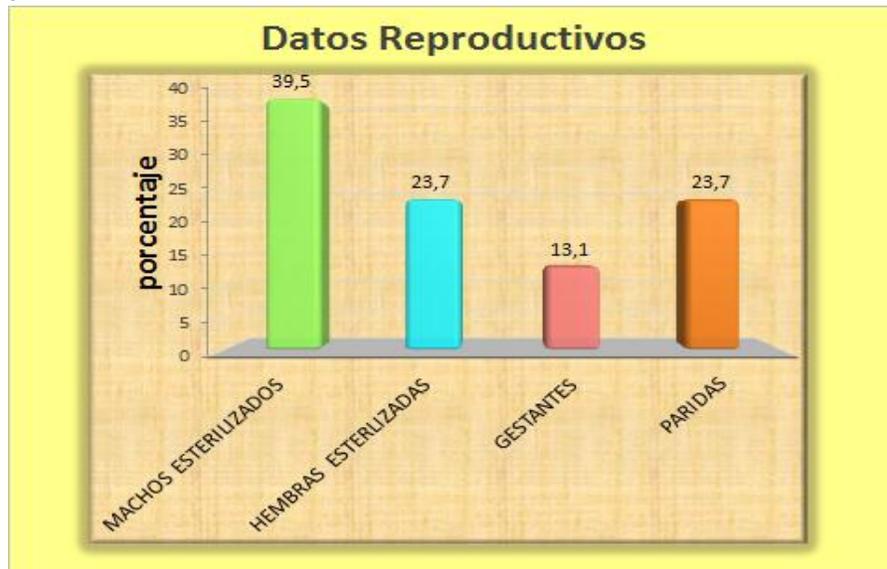
Clasificación clínica de los niveles de glucosa por el glucómetro portátil. En el gráfico 13 se evidencia que los resultados de glucómetro portátil clasifican a los pacientes con hipoglucemia (26%), con normoglicemia (66.0%) e hiperglucemia (8%).

Gráfica 14



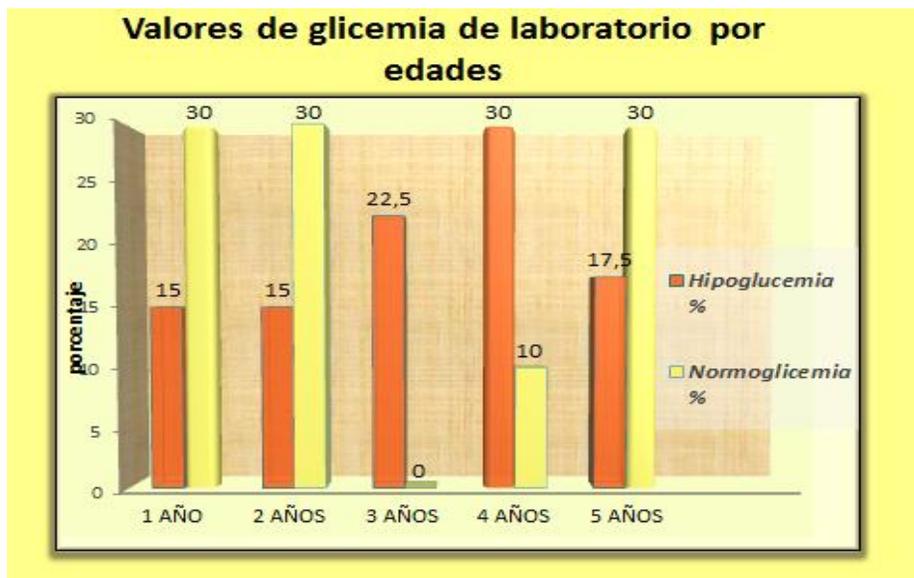
En el gráfico 14 se representan los distintos síntomas relacionados a la diabetes en donde un 17.2 presentaron poliuria, 15.1 polidipsia, 17.5 polifagia, 15.8 pérdida de peso, 17.2 presencia de cataratas, y un 17.2 lesiones cutáneas.

Gráfica 15



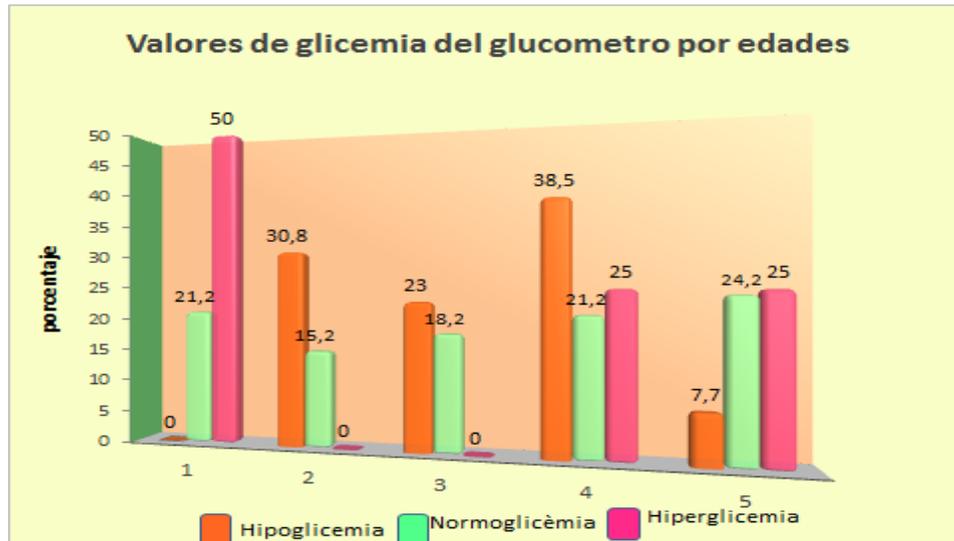
En el **gráfico 15** se encuentran representados los datos reproductivos de los caninos representando el 39.5 % de machos esterilizados, 23.7% hembras esterilizadas, 23.7% hembras paridas, y 13.1 % hembras gestantes.

Gráfica 16



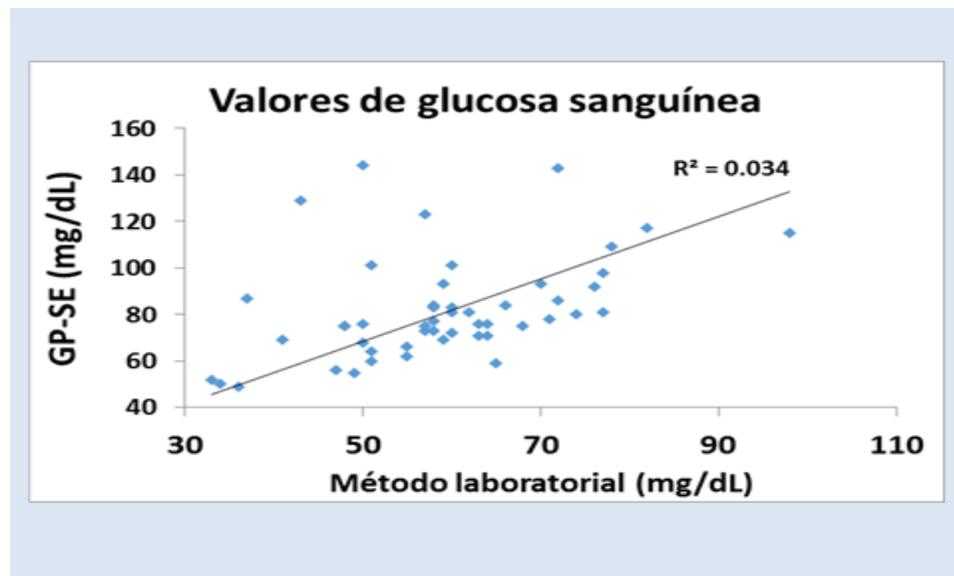
En la **gráfica 16** nos indica la diferencia de la glicemia según las edades encontrados en el laboratorio, demostrando hipoglucemia en todos los caninos, siendo mayores en los de 4 año. Se evidencia en su mayoría normo glicemia a diferencia en los caninos de 3 años habiendo ausencia de esta.

Gráfica 17



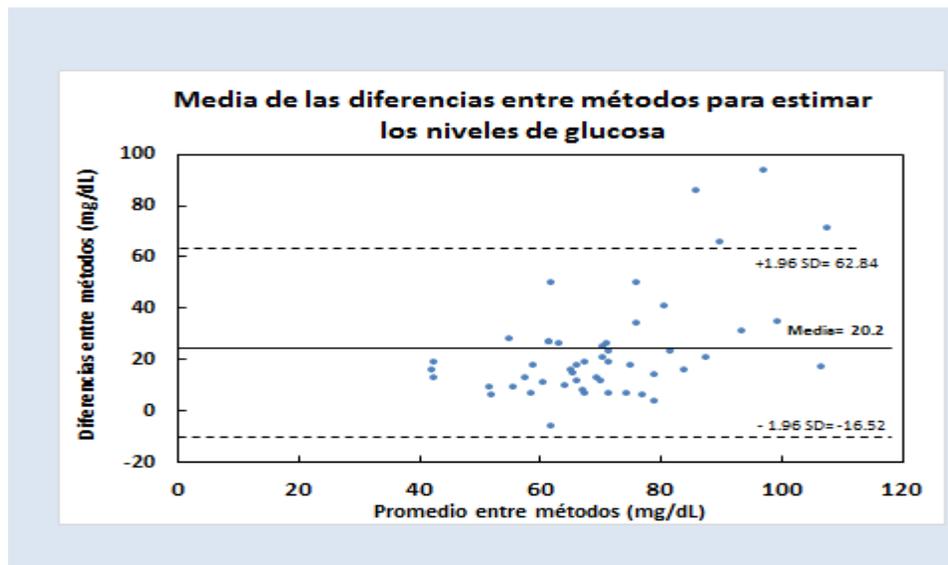
En la **gráfica 17** representa las diferencias de la glicemia según las edades encontradas con el glucómetro, demostrando hiperglicemia en los caninos de 1, 4 y 5 años de edad, siendo mayores en los de 1 año.

Gráfica 18



Gráfica 18 la relación los resultados entre el método laboratorial y el glucómetro encontrando una gran dispersión entre los resultados y una correlación baja.

Gráfica 19



El gráfico 19 representa las diferencias promedio entre los métodos estudiados encontrando una diferencia de 20.2 mg/dl , y una gran dispersión de los resultados.

Gráfica 20

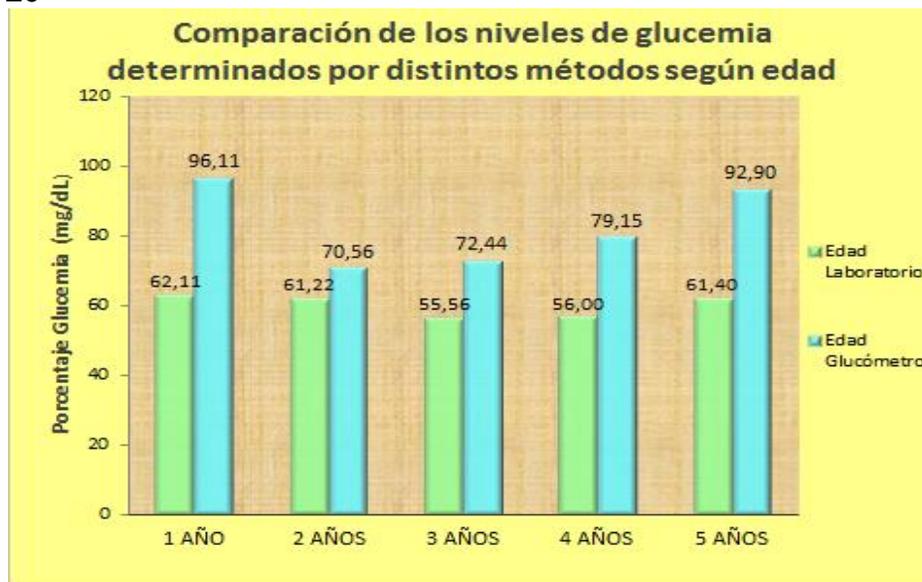


Gráfico 20: Valores promedio de glucosa en sangre determinada por los dos métodos según la edad. Se observa claramente que los grupos de 1 y 5 años presentan valores mayores de glucosa (por ambos métodos) y que los resultados obtenidos por el glucómetro portátil fueron mayores que por el método laboratorial.

DISCUSIÓN

El uso de los GP en el control de la glucemia facilita un seguimiento continuo de los pacientes, pero debemos conocer sus limitaciones, ya que pueden conducirnos a errores por mala técnica en la obtención de la muestra (gota pequeña, mala limpieza de restos de sangre y error en los tiempos de espera), mal estado de las tiras reactivas o mala calibración del aparato lector. Por eso, según el Consenso para la Automonitorización de la Glucemia, se deben hacer controles de calidad de los instrumentos utilizados. Todos estos factores son externos al propio instrumento de medida y se trataron de controlar durante el estudio.⁽¹⁾

Datos laboratoriales

Los resultados del análisis laboratorial presentaron valores promedio de glucosa en los caninos estudiados fueron del 59 ± 13.015 mg/dl. Según los valores de referencia para caninos adultos esta media no corresponde a valores dentro de los rangos normales, si se observan los límites y las gráficas de los datos se ponen en evidencia que una cantidad considerable de animales presentaban valores de glucosa compatibles con hipoglucemia.

Uno de los factores que pudieron influir en encontrar tanta diferencia entre los valores del laboratorio y de referencia, pero además con los obtenidos con el GP puede ser por el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el procesamiento en laboratorio. Esta causa podría deberse a que las determinaciones se realizaron en suero a partir de muestras de sangre conservadas en tubos sin anticoagulante y se ha reportado que durante la formación del coagulo puede ocurrir consumo de glucosa por los eritrocitos. Es importante recalcar que se realizó la toma y envió de muestras en el menor tiempo y número de muestras posible y se trasladaron al laboratorio inmediatamente después de realizar la extracción. Sin embargo, el tiempo desde que la muestra llegó al laboratorio hasta que se realizaron las cuantificaciones varió. Este hecho estaba fuera del alcance de los investigadores, sin embargo debe tenerse en cuenta para futuras investigaciones.

Para conseguir una exacta determinación de la glucosa en sangre, debe tenerse presente que en las muestras de sangre depositadas o transportadas después de su extracción, las células hemáticas desdoblan enzimáticamente alrededor de un 10% de la glucosa presente por hora. Para evitar esto, al extraer la sangre se le incorpora regularmente con la pipeta que precipita la proteínas, con lo que las enzimas (proteínas) resultan inactivados.⁽²⁰⁾

Como consecuencia, los datos obtenidos por este método fueron muy bajos no habiendo una concordancia con ningún canino en el estudio observándose una correlación débil con los datos obtenidos en GP.

Datos comparativos de GP y datos de laboratorio según la edad

En el estudio se incluyeron pacientes adultos con edades comprendidas entre 1 a 5 años para la evaluación de sus niveles de glucosa y hacer una comparación entre las edades ya que se ha evidenciado la presencia de hiperglicemia en los caninos mayores de 5 años con padecimientos diabéticos.¹⁵⁾

Al realizar el análisis con el glucómetro portátil se observó una variación entre las edades. Estas variaciones fueron: hiperglicemia en los caninos de 1, 4 y 5 años de edad, siendo mayores en los de 1 año. Los resultados obtenidos a partir de cuantificación por el método laboratorial en un mismo animal, fueron diferentes a los obtenidos por el glucómetro portátil. Esta diferencia se puso en evidencia al analizar los resultados del laboratorio teniendo en cuenta la edad de los animales estudiados. Teniendo así que con el método laboratorial todos los animales presentaban hipoglicemia, siendo mayor en el grupo de 4 años.

Datos del glucómetro

Los niveles de glucosa determinados en el estudio por el GP es el 82 ± 21.978 mg/dl.

Los resultados obtenidos con GP indican valores superiores de glucemia a los obtenidos por el método laboratorial, hallazgo que concuerda con el de otros

estudios, donde dependiendo del modelo analizado, sobrevaloran los niveles de glucemia.⁽²¹⁾

Por otro lado, si tenemos en cuenta los criterios que, según la ADA, han de cumplir estos aparatos para ser considerados fiables, vemos que todos los GP presentan un grado de variabilidad superior al 10%. Sin embargo, una hipótesis que necesita ser comprobada es que si los valores obtenidos por el método laboratorial son los valores reales de glucosa sérica de los animales.

Este hecho surge debido a que la mayoría de los resultados obtenidos por el método laboratorial correspondía a niveles de glucosa en sangre que de ser reales provocarían síntomas de hipoglicemia en los pacientes, sin embargo este no fue el caso.

Según los autores, Nelson y Couto, concuerdan que valores inferiores a 45 mg/dl se presentarán los síntomas de una hipoglicemia marcada.⁽¹⁹⁾

Validación del glucómetro portátil

Realizamos cada procedimiento debidamente con las medidas requeridas para evitar cualquier margen de error en nuestro estudio y minimizar cualquier error de lectura, según el Consenso para la Automonitorización de la glucemia, uno de los pasos que se deben de seguir es hacer controles de calidad de los instrumentos utilizados. La mayoría de los glucómetros portátiles incluyen soluciones de calibración. En nuestro estudio se utilizó un glucómetro previamente calibrado según recomendaciones del fabricante.

Otro factor por el que se puede influir en las mediciones es el error del observador. En nuestro estudio se bloqueó este efecto al realizar las mediciones siempre por la misma persona y anotando el dato inmediatamente después de su lectura. Por tanto, se puede considerar que las variaciones de niveles de glucosa que fueron observadas entre métodos son debidas a los instrumentos utilizados y no a variaciones del observador.

El glucómetro portátil tiene la ventaja de la rapidez y facilidad en su aplicación, siendo para el clínico una valiosa ayuda en el diagnóstico, pero es necesario tener en consideración que en su calibración de fábrica se magnifican los estados hipoglicémicos, dado que en humanos revisten riesgo vital por shock hipoglicémicos. Con el fin de adecuar los datos de glicemia obtenidos por este método en el ejercicio profesional del Médico Veterinario, se sugiere ajustarlos con un factor de corrección.

El coeficiente de correlación lineal de Pearson muestra una correlación débil entre los métodos.

La evaluación de la concordancia entre métodos a través de la media de las diferencias, sugiere que existe una gran dispersión entre los resultados obtenidos por ambos métodos y una diferencia alta, por tanto la concordancia entre métodos es débil.

Nuestros datos indican que los niveles de glucosa sanguínea pueden verse afectados significativamente ($P < 0.05$) por la edad de los animales. Debe tenerse en cuenta para futuras investigaciones o en el uso práctico de la cuantificación de glucosa.

CONCLUSIONES

1. Los datos de nuestro estudio indican un significativo sesgo de sobrestimación de los valores de glucemia cuando se comparan las cifras medidas con el glucómetro portátil con los obtenidos por laboratorio.
2. Si bien el glucómetro portátil tiene la enorme ventaja por su rapidez y facilidad de realización, adolece de exactitud en comparación al método de laboratorio (química húmeda).
3. El protocolo de procesamiento de las muestras en el laboratorio para la cuantificación de glucosa debe ser revisado con el propósito de garantizar que la cuantificación sea lo más aproximada a los valores reales de glucemia del animal.
4. El estudio de validación del glucómetro portátil de uso humano que se evaluó en nuestro estudio y de cualquier otro que se tenga previsto en animales es necesaria, sin embargo se deben de minimizar aquellos factores externos al equipo que puedan interferir con la precisión.
5. En nuestro trabajo no fue posible controlar todos los factores, por tanto, la validación del modelo de glucómetro portátil estudiado requiere mayor estudio.
6. No podemos establecer la razón de la falla, por lo cual consideramos que se debería realizar otro trabajo de investigación con el fin de constatar la alteración o alteraciones en los elementos sometidos a prueba y concluir la validación de dicho aparato.

RECOMENDACIONES

- 1) Asegurar un medio de transporte y preservación adecuados de las muestras.
- 2) Evaluar los métodos de preservación de las muestras: Cuantificación de glicemia por método laboratorial en suero versus plasma.
- 3) Verificar la ausencia de anomalías funcionales durante la medición.
- 4) Comprobar por un instrumento basado en un principio diferente.
- 5) Verificar que las tiras reactivas son compatibles y/o que son específicas para el glucómetro utilizado.
- 6) Verificar la fecha de caducidad de las tiras reactivas.

RESUMEN

El **objetivo** es comparar dos métodos para la determinación de glucosa sanguínea en perros adultos.

Diseño. Se realizó Un estudio de corte transversal, siendo la muestra de 50 caninos escogidos aleatoriamente a los cuales se les realizó una prueba de glicemia capilar tomada con el glucómetro True Balance y prueba laboratorial.

Resultados. La evaluación de la concordancia entre métodos sugiere que existe una gran dispersión entre los resultados obtenidos por ambos métodos y una diferencia alta, por tanto la concordancia entre métodos es débil.

Conclusiones. Los datos de nuestro estudio indican un significativo sesgo de sobrestimación de los valores de glucemia cuando se comparan las cifras medidas con el glucómetro portátil con los obtenidos por laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo y Meza 2013. Determinar la prevalencia de diabetes mellitus en caninos con edad mayor o igual a 5 años del barrio Juan Alberto Blandón del Municipio de Estelí utilizando como método diagnóstico el Glucómetro ACON On Call® , tesis optar Tit. Méd. Vet, León Nicaragua, Fac. Med. Vet. 43 pág.
2. Couto, 2004, Manual de Medicina Interna de Pequeños Animales, 1^{era} edición, Madrid España, ediciones Harcourt, SA. P. 45.
3. Craig, 2002, Solución de hipoglucemia y problemas en el paciente diabético Pequeños Animales, 3^{era} edición . Clínica en Pequeños Animales Técnicas Prácticas, Vol. 17, pp 79-85.
4. Crossley, J; Díaz, C. y Concha, 2009. *Test rápido de* determinación de glicemia (tiras reactivas).Validación por Métodos de Laboratorio. Hospitales veterinarios - Vol. 1 N° 1.
5. Davison, Slater, Herrtage, Ristic, 2003. Evaluation of a continuous glucose monitoring system in diabetic dogs. J SmallAnim Pract ; 44(10):435-42..
6. Deborah S. Greco,2005. “Manual Clínico de procedimientos en pequeñas especies”. Vol 1, segunda edición; pág. 323-335.

7. Delton, 1998 Diabetes mellitus consultado en [hpt: www.monografiasveterinaria.uchile.cl](http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl) › Portada › Vol. 11, N°2.
8. *Ettinger, "Tratado de Medicina Interna, enfermedades del perro y el gato" volumen 2. Pág. 1826-1857.*
9. *Gómez, Pastor, Verde, Gascón, Aceña, 1992, Manual Práctico de Análisis Clínico en Veterinaria, Zaragoza España, Mira editores, 234-238, 135-140.*
10. Ganong 1990, fisiología medica, 12ª edición, Tlalpan México, edit. El manual moderno SA de CV, 290, 296,305.
11. Guptill L et al. 2003. *Time trends and risk factors for diabetes mellitus in dogs: analysis of veterinary medical database records* (The Veterinary Journal, 165: 240-247.
12. Hans Plonait, med. Vet., 1ª edición, Elementos de Análisis Clínicos Veterinarios, Zaragoza España, editorial ACRIBIA, p. 108.
13. Hardy. 1988. Diabetes Mellitus en el perro y en el gato. Ponencia presentada en las V Jornadas de AMVAC, Madrid.

14. García, Aceña, 2001, Solución de problemas en el paciente diabético Pequeños Animales.. Clínica en Pequeños Animales Técnicas Prácticas, Vol. 16, n^o3, pág. 86-90.
15. J.Cunningham 2003, Fisiología Veterinaria, 3ra edición, Madrid España, El Sevier España, S.A, p.341,351,352, 358, 360, 361, 364, 365, 371, 372.
16. Klainbart , Kelmer , Vidmayer , Bdolah-Abram T, Segev G, Aroch I. 2014, Peripheral and central venous blood glucose concentrations in dogs and cats with acute arterial thromboembolism. J Vet Intern Med. 28(5):1513-9.
17. Lane SL, Koenig A, Brainard BM. Formulation and validation of a predictive model to correct blood glucose concentrations obtained with a veterinary point-of-care glucometer in hemodiluted and hemoconcentrated canine blood samples. J Am Vet Med Assoc. 2015 :307-12.
18. Mathews K.C., van Holde E.K., Aher G.K.2004, Bioquímica. 3th Edición. Pearson Addison Wesley, España .
19. Marín y Soto, diciembre de 2013 validación de un analizador de glucosa portátil para su uso en caballos, tesis optar Tít. Méd. Vet, león Nicaragua, Fac. Med. Vet. 77p.
20. R. Hess, et al. Concurrent disorders in dogs with diabetes mellitus: 221 cases (1993-1998). JAVMA 217(8): 1166-1173, 2000.

21. Raink, Murray Granner, W. 2002, Harper Bioquímica Ilustrada, 16^aed. México df y Bogotá Dc, editorial El Manual Moderno 115- 124, 154- 170, 173-182.

22. Stein , Greco DS, 2002, Portable blood glucose meters as a means of monitoring blood glucose concentrations in dogs and cats with diabetes mellitus. Clin Tech Small Anim Pract ; 17, 70-72.

23. Wess G, Reusch CE 2000, Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. J Am Vet Med Assoc ; 216 (2): 203-209.

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEON



MEDICINA VETERINARIA

Ficha para la recolección de datos para el estudio "Determinación de niveles de glucosa en perros adultos en la ciudad de León mediante glucómetro portátil y prueba laboratorial en el periodo febrero-marzo del 2015"

No. _____

Datos generales

Nombre del perro: _____ Edad (años): _____

Raza: _____ Sexo: _____

Nombre del propietario: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Inspección General

Condición corporal: Delgado Regular Bueno Obeso

Tamaño: miniatura pequeño mediana grande gigante

Aptitud: Compañía Protección Otro: _____

Actitud: Pasivo Agresivo Hiperactivo

Lugar donde habita: Suelo Piso Amarrado

Manejo

Sale a la calle: si no Solo Acompañado

Tipo de dieta: Concentrado Comida casera Mixta

Frecuencia de alimentación: 1 vez al día 2 veces al día 3 veces al día

Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

4 veces o más

En cuánto tiempo se come la ración: < 5 min 5-10 min >10 min

Sanidad

Ultima desparasitación: < 1 mes >3 meses > 6 meses

Ultima vitaminación: < 1 mes >3 meses > 6 meses

Ultima Vacunación: < 1 mes >3 meses > 6 meses

Visitas al veterinario: ocasional cuando se enferma cada mes

Síntomas

Poliuria: Si No Polidipsia: Si No Polifagia: Si No

Pérdida de peso sin causa aparente: Si No

Cataratas / opacidad del cristalino: Si No

Lesiones cutáneas que tarden en cicatrizar: Si No

Otros datos

Castrados: Si No OHT: Si No Gestantes: Si No

Paridas: Si No

Resultados obtenidos con el Glucómetro

Glicemia: _____mg/dl

Resultados obtenidos en laboratorio

Glicemia: _____mg/dl

Observaciones:

Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

Imagen 1



En la imagen 1 se observa los niveles de glucosa tomados por el glucómetro portátil.

Imagen 2

En la imagen 2 se refleja uno de los caninos en estudio y la muestra de sangre que se le extrajo.



Imagen 3



En la imagen 3 observamos uno de los canes en estudio y su dueño.

Imagen 4



En la imagen 4 se observa la extracción de sangre en uno de los canes en estudio.

Imagen 5

Este es uno de los caninos incluido en el estudio que observamos en la imagen 5.



Imagen 6



En la imagen 6 se muestra la extracción de sangre de uno de los caninos en estudio.

Comparación de los niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico

Imagen 7



En la imagen 7

En esta imagen se visualiza un termo que se utilizó para el transporte de muestras de campo a laboratorio.

Imagen 8

En esta imagen se muestran los tubos de ensayo con las muestras de sangre recolectadas.

