

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE LABORATORIO  
(ELECTROQUÍMICO VS REFRACTOMETRÍA) PARA LA  
MEDICIÓN DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS**

**LESLIE SUSELY DIEGUEZ CARRILLO**

**MÉDICA VETERINARIA**

**GUATEMALA, MARZO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE LABORATORIO  
(ELECTROQUÍMICO VS REFRACTOMETRÍA) PARA LA  
MEDICIÓN DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**LESLIE SUSELY DIEGUEZ CARRILLO**

**Médica Veterinaria**

**En el grado de Licenciado**

**GUATEMALA, MARZO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

**ASESORES**

**M.V. MARÍA ANDREA CARBONELL PILOÑA**

**M.V. CARMEN GRIZELDA ARIZANDIETA ALTAN**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE LABORATORIO (ELECTROQUÍMICO VS REFRACTOMETRÍA) PARA LA MEDICIÓN DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

## **MÉDICA VETERINARIA**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**A MI ESPOSO:** Bryan Aquino, por ser mi complemento ideal, mi inspiración, por darme todo tu amor y amistad.

**A MI HIJO:** Juan Andrés, por ser mi inspiración mi motor de vida, por ti deseo ser mejor cada día.

**A MIS PADRES:** Delmy y Melvin por su buen ejemplo, por enseñarme el valor del trabajo, y por motivarme cada día a cumplir mis metas.

**A MI HERMANO:** Javier por apoyarme a lo largo de mi carrera y siempre creer en mí.

**A MI FAMILIA:** Por ser ejemplo de unión y solidaridad.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A DIOS:** Por darme la vida, sabiduría y su protección.
- A MIS CATEDRATICOS:** Por brindarme sus conocimientos y contribuir en mi formación académica.
- A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA:** Por darme la oportunidad de formar parte de esta casa de estudios.
- A MIS ASESORAS:** MV. Andrea Carbonell y MV. Grizelda Arizandieta, por su tiempo, apoyo y dedicación durante el proceso de esta investigación.
- A LA FAMILIA PET A VET:** Dr. Carlos de León y su esposa Paola de de León por abrirme las puertas de su clínica y darme la confianza de formar parte de su equipo de trabajo.
- A MI MADRE:** Por ser mi apoyo, mi pilar de vida, por levantarse conmigo cada día por estar a mi lado en los buenos y malos momentos.
- A MI PADRE:** Por su apoyo incondicional, por impulsarme siempre a buscar mis metas.
- A MIS AMIGOS Y COLEGAS:** Por compartir tantos momentos y formar parte de mi experiencia universitaria, en especial a Raisa, Diego, Judith, Karin y Víctor.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	3
III.OBJETIVOS.....	4
3.1 Objetivo general.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Glucosa.....	5
4.2 Fuente de obtención de glucosa.....	5
4.3 Metabolismo de glucosa: rutas metabólicas.....	6
4.4 Medición de glucosa sanguínea.....	7
4.5 Alteraciones en el metabolismo de la glucosa.....	8
4.5.1 Hiperglicemia.....	8
4.5.2 Hipoglucemia.....	9
4.5.3 Enfermedades asociadas a la hiperglicemia.....	11
4.6 Métodos utilizados para la medición de glucosa sanguínea.....	13
4.6.1 Electroquímico (Glucómetro).....	13
4.6.2 Refractometría (Reflotron ® Plus).....	13
4.6.3 Bioquímica Húmeda.....	13
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1 Materiales.....	15
5.1.1 Recursos humanos.....	15
5.1.2 Recursos biológicos.....	15
5.1.3 Recursos de campo.....	15
5.1.4 Recursos de laboratorio.....	15
5.1.5 Centros de referencia.....	16
5.2 Metodología.....	16
5.3 Diseño del estudio.....	16
5.4 Análisis estadístico.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
VII. CONCLUSIONES.....	23

VIII.RECOMENDACIONES.....	24
IX. RESUMEN.....	25
SUMMARY.....	26
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1</b>	
Valores de glucosa sanguínea normales en el perro.....	8
<b>CUADRO 2</b>	
Causas comunes de Hiperglicemia.....	8
<b>CUADRO 3</b>	
Causas comunes de Hipoglucemia.....	10
<b>CUADRO 4</b>	
Factores predisponentes en la etiopatología de la diabetes mellitus en perros.....	12
<b>CUADRO 5</b>	
Resumen de los resultados de glucosa sanguínea obtenidos por ambos métodos.....	19

## ÍNDICE DE FIGURA

### FIGURA 1

Resultados obtenidos por el método electroquímico y por el método Refractometria.....	20
---	----

## I. INTRODUCCIÓN

La medición de glucosa sanguínea constituye un aspecto importante en la práctica clínica de animales de compañía, dicha importancia radica en que las alteraciones en la glucosa sanguínea de los perros están asociada a diversas enfermedades.

Una de las enfermedades más relevantes que se caracteriza por un aumento en la glucosa es la diabetes mellitus, es una enfermedad endocrina de carácter crónico, ya que el paciente la puede presentar a lo largo de su vida. (Nelson, y Couto, 2010). Esta enfermedad se caracteriza por una hiperglicemia persistente, consecuencia de una producción insuficiente de insulina y/o de una resistencia a su acción por parte de los tejidos periféricos. Se desconoce su etiología, sin embargo, se sabe que es multifactorial; en ocasiones puede desencadenarse por la acción de ciertos fármacos cuyos efectos influyen sobre el metabolismo de la insulina. (Ettinger y Feldman. 2004). Para el adecuado control y monitoreo en el paciente, es importante medir periódicamente los niveles de glucosa sanguínea en caninos.

Para la medición de glucosa sanguínea actualmente se utilizan diferentes métodos: los métodos convencionales en laboratorio por ejemplo refractometría, en el cual el propietario debe remitir al paciente a la clínica o laboratorio. Otro método disponible es el electroquímico (glucómetro portátil) en el cual se tienen diversas ventajas tales como: poco volumen de la muestra (una gota), fácil de utilizar, es económico y no requiere instalaciones de laboratorio para poder procesar la muestra, no es necesario que sea un profesional de la salud o técnico de laboratorio quien realice el procesamiento de la muestra, también puede ser realizada por personas sin dicha capacitación por ejemplo el propietario.

En el presente estudio se evaluaron los resultados de la medición de glucosa sanguínea mediante el método rápido electroquímico utilizado comúnmente en humanos, comparado con el método convencional refractometría, lo cual permitirá evaluar si el método electroquímico es una alternativa frente al método convencional para el monitoreo de la glucemia canina.

## **II. HIPÓTESIS**

No existe diferencia significativa de los valores de la glucosa en sangre de caninos medidos por los métodos electroquímico y refractometría.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

- Generar información acerca de los valores obtenidos de glucosa en sangre de caninos sanos, mediante el uso de los métodos electroquímico y refractometría.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar los valores de glucosa en sangre obtenidos por medio del método rápido electroquímico.
- Evaluar los valores de glucosa en sangre obtenidos por medio del método convencional de refractometría.
- Determinar si existe diferencia significativa en los valores de glucosa obtenidos por medio del método electroquímico y refractometría.

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Glucosa**

Es la fuente principal de energía, ya que en los monogástricos la mayor parte de los carbohidratos de la ración son degradados hasta glucosa. Cuando la ración es escasa en glucosa, ésta se obtiene a partir de las reservas de glucógeno del hígado (García y Castejon, 1995).

La glucosa es el carbohidrato característico de la sangre y de otros líquidos tisulares. Pequeñas cantidades de galactosa y fructosa se encuentran después de la absorción en el intestino y antes de su conversión en glucosa en la mucosa intestinal y en el hígado (Swenson y Reece, 1999).

Las células de todo el organismo son las encargadas de incorporar glucosa en la mucosa intestinal para producir adenosíntrifosfato (ATP) que a su vez alimenta todas las actividades celulares (Swenson y Reece, 1999).

### **4.2 Fuente de obtención de glucosa**

Por medio de la digestión de los alimentos se obtiene una cantidad importante de monosacáridos. La glucosa es el carbohidrato fundamental obtenido de los alimentos, esta es la fuente de energía 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, y realizan importantes funciones estructurales y metabólicas (Cunningham, 2003).

### 4.3 Metabolismo de Glucosa: Rutas Metabólicas

- Fosforilación oxidativa: La degradación oxidativa de los carbohidratos concluye en una serie de reacciones de óxido-reducción que producen energía libre para la producción de ATP, a partir de adenosindifosfato (ADP) y coenzimas reducidas.
- El ATP generado por medio de fosforilación oxidativa se encuentra disponible para los procesos siguientes: síntesis de ácidos nucleicos y proteínas, contracción muscular, transporte de iones y termogénesis. (Swenson y Reece, 1999)
- Glucogénesis: Es el proceso de elaboración del glucógeno, en el cual la glucosa-6-fosfato pasa a glucosa-1-fosfato y ésta a glucosa difosfato de uridina que finalmente se convierte en glucógeno. Estos pasos son catalizados por fermentos específicos y puede formar parte de este ciclo cualquier monosacárido susceptible de ser transformado en glucosa (Guyton, 1967, p.900) El glucógeno es un polímero muy ramificado de glucosa que se encuentra en gránulos en el citosol de todos los tejidos en todas las especies animales (Swenson y Reece, 1999).
- Glucogenólisis: Este término se le designa a la desintegración intracelular de glucógeno para formar nuevamente glucosa. Cada molécula de glucosa del polímero es sustraída por fosforilación, catalizada por una enzima llamada fosforilasa. En reposo la fosforilasa de la mayor cantidad de células se encuentra inactiva; por tanto, hay que activar la fosforilasa para poder obtener glucosa del glucógeno. Esta activación depende de dos mecanismos, la activación de la fosforilasa por la adrenalina y activación de la fosforilasa por el glucagón: La adrenalina es una hormona liberada por la médula suprarrenal por acción del sistema nervioso simpático, por



tanto, aumenta la disponibilidad de glucosa para acelerar el metabolismo. El glucagón es una hormona secretada por las células alfa del páncreas al momento que el organismo del perro tiene una hipoglucemia. (Guyton, 1967).

- **Glucólisis:** Es la secuencia de reacciones por las cuales la glucosa se convierte en piruvato mediante las enzimas del citosol de todas las células de un animal, el piruvato producido sigue diferentes rutas para continuar con el metabolismo, según la disponibilidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) la degradación aerobia completa de piruvato en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Si el aporte de O<sub>2</sub> es insuficiente, como en el músculo esquelético en contracción o si no hay mitocondrias como en los eritrocitos el piruvato se reduce a lactato (glucólisis anaerobia). El ATP generado durante la glucólisis anaerobia se utiliza para la contracción muscular. (Guyton, 1967).

#### **4.4 Medición de Glucosa Sanguínea**

La glucosa en sangre es un factor importante en la determinación de la concentración de la glucosa en el líquido intersticial. Por ende, la importancia en su medición (Swenson y Reece, 1999).

La glucosa sanguínea puede evaluarse mediante glucómetro, un analizador de química seca o recurrir a laboratorio externo. Debido a que solamente se encuentra en el componente plasmático de la sangre se utiliza sangre entera para la evaluación de la glucosa. Idealmente debe correrse la prueba de forma inmediata ya que los eritrocitos y leucocitos siguen consumiendo glucosa, esta puede variar en un 20% a 30% cada hora (Villers y Blackwood, 2010).

**Cuadro 1 Valores de glucosa sanguínea normales en el perro**

<b>Rango bajo</b>	<b>Rango alto</b>	<b>Dimensional</b>	<b>Autor</b>
60	100	mg/dl	E.A. Chandler, J.B. Sutton, D.J. Thompson. 1984
60	110	mg/dl	Rea V. Morgan, Ronald M. Bright, Margaret S. Swartourt. 2003
70	120	mg/dl	Stephen J. Birchard. 2006
65	112	mg/dl	Carlos Torrente, Lluís Bosch. 2011

Fuente: Elaboración propia

## **4.5 Alteraciones en el metabolismo de la Glucosa**

### **4.5.1 Hiperglicemia**

Se denomina hiperglicemia a la concentración de glucosa plasmática superior a 130mg/dl, aunque la sintomatología no se desarrolla hasta que estos niveles sobrepasan el umbral renal de reabsorción de la glucosa. En los perros esto ocurre normalmente siempre que la glucemia sobrepasa los 180-220mg/dl. La glucosuria causa una diuresis osmótica que, a su vez, da lugar a poliuria y polidipsia, signos característicos de la hiperglicemia grave. La diabetes mellitus es la causa más común de hiperglicemia y glucosuria. (Nelson y Couto, 2010).

**Cuadro 2 Causas comunes de la Hiperglicemia**

<b>Causa</b>	<b>Mecanismo</b>
Postprandial	Normal debido a la absorción de glucosa derivada de la dieta. Debería volver a rango normal en 4 horas
Estrés o Excitación	Hormonas asociadas al estrés: predominantemente catecolaminas

Diabetes mellitus	Deficiencia de insulina (fallo en la producción) o resistencia a la insulina
Fluidos que contienen glucosa	Administración de glucosa
Hiperadrenocortisismo (común en perros y raro en gatos)	Antagonismo a la insulina y resistencia periférica
Acromegalia (raro)	Resistencia a la insulina y gluconeogénesis
Pancreatitis aguda	Producción inadecuada de insulina y gluconeogénesis
Daño peragudo del hígado	Inhibición de la acción de la insulina hepática
Sedantes	Reducción en la producción de la insulina (medetomidina). Asociado a las hormonas del estrés (ketamina)
Fármacos	Resistencia a la insulina (glucocorticoides, progestágeno).

Fuente: Villers y Blackwood, 2010

#### 4.5.2 Hipoglucemia

La hipoglucemia se presenta cuando la concentración de glucosa sanguínea es menor de 60mg/dl. Por lo general, se produce a causa del uso excesivo de glucosa por parte de las células normales (p. ej., durante los períodos de hiperinsulinismo) o neoplásicas; por deterioro del gluconeogénesis y glucogenólisis hepática (Nelson y Couto, 2010).

**Cuadro 3 Causas comunes de la Hipoglucemia**

<b>Causa</b>	<b>Mecanismo</b>
Error de laboratorio	Anticoagulante inapropiado.
Insulinoma	Producción y liberación de insulina de las células beta neoplásicas a pesar de normoglucemia.
Iatrogénica	Sobredosis de insulina u otros agentes hipoglucémiantes, p. ej. Glipizida.
Hipoadrenocorticismo	Ausencia de cortisol.
Hipopituitarismo	Ausencia de las hormonas de crecimiento o ACTH (y, por tanto cortisol).
Endotoxemia	Descenso en la producción de glucosa hepática y aumento de la utilización a nivel tisular.
Cambios portosistémicos congénitos	Almacenaje insuficiente de glicógeno y gluconeogénesis deficiente.
Enfermedad grave del hígado (fallo)	Ausencia de glucogenólisis y gluconeogénesis.
Hipoglucemia juvenil (cachorros especialmente razas miniaturas)	Almacenaje inadecuado de glicógeno, grasa y masa muscular limitados.
Perros cazadores	Excesiva demanda de glucosa y almacenamiento inadecuado de glicógeno.
Hambre	Pérdida de almacenamiento de glucógeno e ingestión inadecuada.

Paraneoplasia (leiomioma, leiomiocarcinoma, linfoma, hemangiosarcoma, tumores hepáticos grandes, otros)	Utilización excesiva de glucosa o producción del factor de crecimiento-2 semejante a la insulina u otros factores semejantes a la insulina (con efectos similares a la insulina).
Policitemia/leucemia	Aumento en la utilización de glucosa después de la recogida de una muestra (artefactual).
Fallo renal crónico	Deterioro en la producción de glucosa hepática.

Fuente: Villers y Blackwood, 2010

#### 4.5.3 Enfermedades asociadas a la Hiperglicemia

- Diabetes mellitus: Es un trastorno metabólico ocasionado por el fallo en la producción y/o liberación de insulina por parte de las células beta del páncreas. Se caracteriza por una hiperglicemia crónica, es una endocrinopatía que puede ser mortal de no ser tratada. (Villers y Blackwood, 2010).

La etiología de la diabetes mellitus en el perro no se ha caracterizado exactamente, sin embargo, se tiene la certeza que es multifactorial. Se han identificado como factores desencadenantes la predisposición genética, las infecciones, las enfermedades o medicamentos que produzcan resistencia a la insulina, la obesidad, la insulinitis inmunomediada y la pancreatitis. Al final el resultado es una pérdida de funcionalidad de las células  $\beta$  del páncreas, una hipoinsulinemia, la ausencia de transporte de glucosa circulante al interior de la mayoría de las células y una gluconeogénesis y glucogenólisis hepática acelerada. La hiperglicemia y la glucosuria consecuentes producen poliuria, polidipsia, polifagia y pérdida de peso. Se desarrolla cetoacidosis y se produce un incremento en la producción de cuerpos cetónicos para compensar la falta de utilización de la glucosa sanguínea. (Nelson y Couto, 2010)

- Diabetes mellitus secundaria: Así se le conoce a la intolerancia a los carbohidratos, consecuente a enfermedad o farmacoterapia concurrente que antagoniza a la insulina. Entre los ejemplos se incluyen perras en diestro por el aumento en progesterona. Es posible encontrar una hiperinsulinemia al inicio, sin embargo, con la persistencia del trastorno antagonista de la insulina la función de las células beta se altera y puede aparecer diabetes mellitus permanente.

**Cuadro 4 Factores predisponentes en la etiopatología de la diabetes mellitus en perros**

Genética
Insulinitis inmunomediada
Pancreatitis
Obesidad
Enfermedades Hormonales
Hiperadrenocorticism
Diestro inducido por exceso de hormona del crecimiento
Hipotiroidismo
Fármacos
Glucocorticoides
Infecciones
Enfermedades sistémicas
Insuficiencia renal
Enfermedades cardíacas
Hiperlipidemia

Fuente: Ettingery Feldman, 2004

## **4.6 Métodos utilizados para la medición de glucosa sanguínea**

### **4.6.1 Electroquímico (Glucómetro)**

El fundamento físico y bioquímico enzima-sustrato explica el funcionamiento del glucómetro, ya que las tiras reactivas contienen una enzima que cataliza la glucosa contenida en una muestra de sangre periférica. Ninguna molécula de glucosa se transforma si no entra en contacto con la enzima Glucosa Deshidrogenasa. Recordemos que las enzimas son específicas de sus sustratos, como lo es una llave y su cerradura. 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. Este dato es expresado en miligramos por decilitro (mg/dL) (Roche AccuCheck, 2018).

Entre las ventajas de utilizar el glucómetro podemos mencionar que requiere volúmenes pequeños de sangre, da resultados rápidos, es económico y es de utilidad para la evaluación de tendencias. (Villers yBlackwood, 2013)

### **4.6.2 Refractometría (Reflotron® Plus)**

Es un aparato de diagnóstico in vitro concebido para la determinación cuantitativa de parámetros de química clínica utilizando las tiras reactivas de prueba Reflotron® Plus. Su acción se basa en el principio de fotometría de reflectancia, también llamado refractometria y asegura resultados rápidos y confiables.

Sistema químico La estructura del portarreactivos reproduce a escala miniaturizada el proceso habitual de un laboratorio conducido por las órdenes del código magnético -separación de los elementos formes-, sucesivas fases de reacción y desarrollo de color. Sistema óptico, la medición del color se realiza mediante una Esfera de Ulbricht. Según el tipo de test, es posible medir a tres

diferentes longitudes de onda. Como fuente de luz, se emplean LED (diodos de luminiscencia). (Roche Diagnostics, 2013).

#### **4.6.3 Bioquímica Húmeda**

Es un método de laboratorio validado y utilizado para la medición de glucosa sanguínea. El principio de la prueba es la siguiente: La glucosa es transformada por la glucosa oxidasa (GOD), en ácido glucónico y en peróxido de hidrógeno, el cual en presencia de peroxidasa (POD), oxida el cromógeno (4-aminofenazonal/fenol), convirtiéndolo en un compuesto de color rojo, el cual es cuantificado por el fotómetro del equipo.

Para la medición se utiliza una muestra de suero o plasma con EDTA. Por ejemplo, el equipo "QUICK LAB"

- Reactivos: 1 reactivo (tampón/enzimas/cromogeno) 1 A Fenol La solución 1 es estable a 2-8°C durante 2 meses y a 15 -25°C durante 2 semanas.
- Procedimiento: Preparar fotómetro a una temperatura de 37°C. Blanco estándar de muestras se realizarán las siguientes soluciones. Solución 1 1000 µl 1000µl 1000µl Solución standar -- 10µl -- Suero problema -- -- 10µl Incubar a 37°C en baño de María por 15 min, o a temperatura ambiente por 30 min. Colocar el Blanco en la cubeta de reacción y presionar la tecla "BLANK", luego colocar el estándar y presionar la tecla "CALIBRATE", por último, colocar la muestra y presionar la tecla "ANALYSE".
- Expresión de Resultados: Los resultados para esta prueba en nuestro laboratorio, se expresan en mg/dl. (Builes y Fajardo, 2011)



## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Recursos humanos**

- Estudiante investigador.
- Dos Médicas Veterinarias, asesoras de tesis.

#### **5.1.2 Recursos biológicos**

- Para esta investigación se utilizaron 53 perros entre machos y hembras.
- Muestras de sangre.

#### **5.1.3 Recursos de campo**

- Estetoscopio.
- Termómetro.
- Lapiceros de tinta indeleble.
- Ficha clínica del paciente.
- Hoja de autorización del propietario.
- Algodón.
- Alcohol etílico.
- Guantes.
- Jeringas con aguja.

#### **5.1.4 Recursos de laboratorio**

- Tiras reactivas para refractometría.
- Tiras reactivas para el método lectroquímico.
- Equipo de laboratorio “Reflotron® Plus”.

- Equipo de laboratorio “Glucómetro”.

### **5.1.5 Centros de referencia**

- Biblioteca de FMVZ.
- Recursos en línea (Internet).
- Laboratorio clínico, Hospital Veterinario Pet a Vet.

## **5.2 Metodología**

### **5.3 Diseño del Estudio: Analítico transversal**

- Muestreo: La muestra utilizada en el presente estudio fue de 53 perros. Se calculó la muestra utilizando el software Epidat versión 4.2 con un 95% de confianza y precisión de +/- 3 mg/dl, utilizando una desviación estándar de 12.61 (Wess y Reusch,2000).
- Área de estudio: La parte experimental del presente trabajo se realizó en perros que acuden a la consulta del hospital veterinario Pet A Vet. Ubicado en la zona 7 de la ciudad capital.
- Colecta de datos: Los resultados obtenidos por medio de los dos métodos, laboratorial (refractometría) y portátil (electroquímico) se documentaron en un cuadro (Anexo 3).
- Criterios de inclusión y exclusión: Perros machos y hembras no gestantes de 1 a 8 años de edad sin importar raza o estado reproductivo, que acudan a la consulta para revisión clínica de rutina y profilaxis (desparasitación y vacunación). Los pacientes deben tener un estado clínico normal de acuerdo al examen físico general (Defarges, 2015), al momento de la toma de la muestra.
- Recolección de la muestra: Para tomar la muestra se puncionaron las venas periféricas con una aguja de calibre 21 G, Considerando que las

agujas de poco calibre pueden causar daño celular a la sangre. El flebotomista debe asegurarse de utilizar una buena técnica de venopunción con el mínimo movimiento dentro de la vena y evitando succión excesiva (Villersy Blackwood, 2010). Se obtuvo 0.5 ml de sangre entera a los pacientes. Posteriormente se procesó la muestra por el método de laboratorio de refractometría (Reflotron® Plus) y por el método electroquímico (glucómetro).

- Procesamiento de la muestra: Las muestras obtenidas se procesaron de forma inmediata o en un periodo no mayor a 10 minutos.
- Procesamiento de la muestra refractometría (Reflotron® Plus)
- Con un capilar se toma la muestra llenándolo hasta la mitad.
- Vaciar la muestra en la tira reactiva en el área de depósito.
- Introducir la tira en el Reflotron® Plus para su lectura.
- Ver resultados en mg/dl. (Roche Diagnostics, 2013, p. 06)
- Procesamiento de la muestra electroquímico (GlucómetroAccuCheck®)
- Encender el equipo portable
- Colocar la tira reactiva en el glucómetro.
- Colocar una gota de sangre al momento de activarse la gota en la pantalla del equipo.
- Esperar 3-5 segundos para la lectura.
- Ver resultados en mg/dl. (Roche AccuCheck, 2017)

#### **5.4 Análisis Estadístico**

Para determinar si existe diferencia significativa entre los dos métodos sometidos a evaluación (electroquímico vs refractometría) en los resultados de la medición de glucosa sanguínea en perros, se utilizó la prueba T de Student como herramienta estadística.

- Por medio del programa SPSS y de Microsoft Excel.
- Para el presente estudio las hipótesis estadísticas son las siguientes:
- Ho: No Existe diferencia significativa entre los resultados de Glucosa obtenidos por medio del método refractometria vs el método electroquímico.
- Ha: Existe diferencia significativa entre los resultados de Glucosa obtenidos por medio del método refractometria vs el método electroquímico.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente estudio se muestrearon 53 perros adultos entre hembras y machos a quienes se les tomó una muestra de sangre entera para procesarla por medio de dos métodos de laboratorio (refractometría y electroquímico).

La distribución de las edades de los pacientes que integraron el estudio fueron de 1 a 8 años de edad siendo la edad que más se repite 2 y 3 años de edad y la edad menos común fue la de 1 año de edad. (Ver anexo 4, figura 2)

De los 53 pacientes que integran el estudio 29 fueron hembras lo que representa el 56% de los pacientes y 24 pacientes machos lo que representa un 44% de pacientes que participaron en el estudio, más de la mitad de los pacientes muestreados fueron hembras no gestantes. (Ver anexo 5, figura 3)

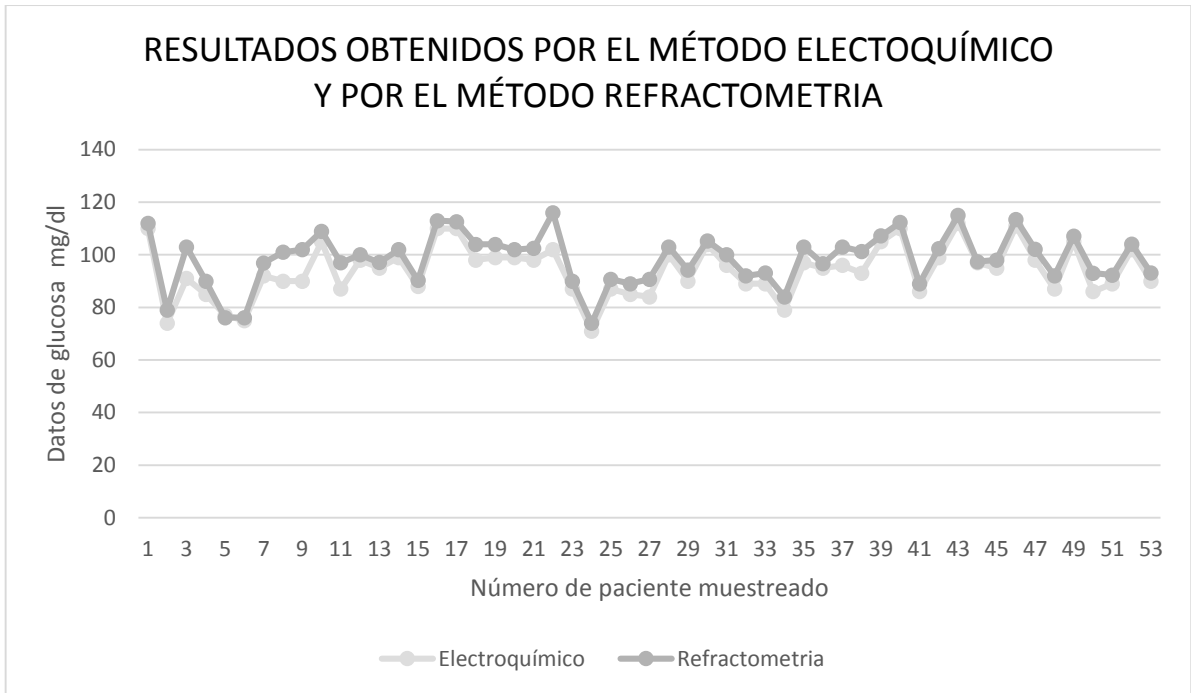
**Cuadro 5 Resumen de los resultados de Glucosa Sanguínea obtenidos por ambos métodos**

<b>No.</b>	<b>Electroquímico (mg/dl)</b>	<b>Refractometria (mg/dl)</b>
Resultado más alto	112	115
Resultado más bajo	71	74
Promedio	94.07	98.38

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5 se resumen los resultados obtenidos por ambos métodos, el valor más alto, el valor más bajo y el promedio obtenido por método electroquímico y de refractometría, se debe resaltar que todos los resultados obtenidos están incluidos dentro del rango de los valores de referencia de los

autores citados según el cuadro 1 del marco teórico, donde el rango promedio de los 4 autores citados es de 63.7 mg/dl a 110.5 mg/dl. (Ver cuadro 1)



**FIGURA1 RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO ELECTROQUÍMICO Y POR EL MÉTODO REFRACTOMETRIA**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se puede observar los resultados de los valores de glucosa obtenidos por el método electroquímico y de refractometria, donde se evidencia la similitud en los valores de glucemia.

Para confirmar si estadísticamente existe diferencia significativa se utilizó la prueba T de student como herramienta estadística obteniéndose los siguientes resultados: Con el método electroquímico (Glucómetro) se obtuvo los siguientes resultados estadísticos: Intervalo de confianza de 91.3630 a 96.7879 con un promedio de 94.0755 con un 95% de nivel de

confianza, y desviación estándar de 9.84075 lo que indica que tan dispersos están los valores obtenidos con respecto a la media.

Es decir que del resultado promedio del método electroquímico (94.07), los resultados están dispersos 9.84 mg/dl. Lo que significa que los valores obtenidos no varían significativamente y se encuentran dentro del rango esperado, un hallazgo que va de la mano con el planteamiento de la hipótesis general del estudio. (Chandler, Sutton y Thompson, 1984; Morgan, Bright y Swartourt, 2003; Birchard, 2006; Torrente y Bosch, 2011)

Con el método de refractometría (Relotrón Plus®) se obtuvo los siguientes resultados estadísticos: Intervalo de confianza de 93.3762 a 101.0389 con un promedio de 97.2075 con un y desviación estándar de 13.90023 lo que indica que tan dispersos están los valores obtenidos con respecto a la media. Es decir que del resultado promedio del método refractometría (98.38), los resultados están dispersos 13.90 mg/dl. Lo que significa que los valores obtenidos no varían significativamente y se encuentran dentro del rango esperado, un hallazgo que va de la mano con el planteamiento de la hipótesis general del estudio. (Chandler, Sutton y Thompson, 1984; Morgan, Bright y Swartourt, 2003; Birchard, 2006; Torrente y Bosch, 2011)

Para determinar si existe diferencia significativa en los resultados obtenidos en cada uno de los métodos se utilizó como herramienta estadística la prueba T de Student para muestras no relacionadas, se calculó con el software SPSS y Microsoft Excel. Si el resultado de la prueba es  $\leq$  que 0.05 se rechaza  $H_0$ . En el presente trabajo el resultado de la prueba T de Student fue  $p=0.18$  (valor  $\geq$  a 0.05), con lo cual se acepta la  $H_0$  estadística, y se concluye que no hay diferencia significativa en los dos métodos sometidos a evaluación.

Según los datos obtenidos por medio del trabajo realizado, el método electroquímico o glucómetro portátil si es una alternativa confiable con respecto al método de refractometría o Reflotrón® Plus para la medición de la glucemia en perros.



## VII. CONCLUSIONES

- Se acepta  $H_0$  ya que no existe diferencia significativa en datos obtenidos en el estudio por medio de ambos métodos para la medición de glucosa sanguínea en perros, de acuerdo con la prueba T de Student.
- Los valores obtenidos por medio del método electroquímico fueron en promedio de 94.07547 mg/dl. Resultado que se encuentra dentro del rango normal de glucosa sanguínea en caninos.
- Los valores obtenidos por medio del método refractometría fueron en promedio de 98.37735 mg/dl. Resultado que se encuentra del rango normal de glucosa sanguínea en caninos.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Utilizar el glucómetro portátil en clínicas que no tengan equipo de laboratorio o un laboratorio cercano para medición de glucosa sanguínea en perros.
- En pacientes que necesiten un monitoreo constante de glucosa sanguínea, se puede considerar el uso del método electroquímico como una alternativa para la medición de glucosa sanguínea en perros, que no tendrá diferencia significativa con respecto a método laboratorial de reflectometría.
- Realizar una investigación similar al presente estudio, enfocado en pacientes diabéticos.
- Realizar un estudio comparando los resultados de glucosa sanguínea por medio de diferentes marcas de glucómetros.

## IX. RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron dos métodos para la medición de glucosa sanguínea en perros sanos, con los siguientes objetivos: generar información, comparar los resultados y evaluar si el método rápido electroquímico (Glucómetro portátil) puede ser una alternativa al método laboratorial refractometría (Reflotron® Plus).

En el estudio realizado se tomó una muestra sanguínea de 53 caninos (29 hembras y 23 machos de 1 a 8 años de edad); con examen clínico normal, a los cuales se les extrajo 0.5 ml de sangre para la medición de glucosa sanguínea por medio de dos métodos: electroquímico y refractometría.

Las muestras fueron procesadas en un periodo no mayor a 10 minutos posteriores a la obtención de la muestra. Los resultados obtenidos fueron tabulados, graficados y analizados estadísticamente con la prueba T de Student para comparar ambos métodos. Se concluyó que para este estudio que no existe diferencia significativa entre ambos métodos. Por lo que el glucómetro portátil puede ser una alternativa para la medición de glucosa sanguínea en perros.

## SUMMARY

In the following study, two methods were tested in order to measure blood glucose in healthy dogs, for the following objectives: Generate information, compare this data and evaluate if fast electrochemical method (Portable Glucometer) could be an alternative to the laboratory refractometry method (Reflotron® Plus).

In the study performed, blood samples were taken to 53 canines (29 females and 23 males, from 1 to 8 years old) with standard clinical tests, from these were taken 0.5 ml of blood to measure blood glucose, using two methods: electrochemical and refractometry.

Samples were processed in a period not greater than 10 minutes after obtaining the sample. The obtained results were tabulated, graphed and statistically analyzed with “T Test” from *Student*, to compare both methods. It concluded that no significant difference exists between these two methods, so the portable glucometer can be an alternative for measuring blood glucose in dogs.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nelson, R., Couto, C. (2010). *Medicina Interna de Pequeños Animales* (4ª ed.). España: Elsevier.

Swenson, M., Reece, W. (1999). *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*. Segunda edición: México D.F.

García, A., Castejon, F., de la Cruz, L., Gonzalez, J., Murillo, M. (1995). *Fisiología Veterinaria*. España: McGraw-Hill Interamericana.

Defarges A. (2015). *The physical examination*. Ontario, Canada: Clinician'sBrief. Recuperado de <https://www.cliniciansbrief.com/article/physical-examination#introduction>

Villers, E., Blackwood L. (2013). *Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales*. España: Ediciones S.

Wess, G., yReusch, C. (2000). Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. *Scientific reports small animals/Exotics*, 216(2), 203-207.

Ettinger, S., Feldman, E. (2004). *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. California: Saunders Elsevier.

J.Cunningham (2003), *Fisiología Veterinaria*, Madrid España: Elsevier.

Feldman E., Nelson, R., (2000). *Endocrinología y Reproducción en Perros y Gatos*. México: Mcgraw-hill Interamericana.

Builes, W., Fajardo, H. (2011). *Manual de química sanguínea veterinaria*. Trujillo, Perú: Laboratorios Microclin. Recuperado de [http://www.microclin.com/archivos/manual\\_de\\_quimica\\_sanguinea\\_veterinaria\\_Zapata\\_Fajardo.pdf](http://www.microclin.com/archivos/manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria_Zapata_Fajardo.pdf)

# **XI. ANEXOS**

### Anexo1: Hoja de autorización

HOJA DE AUTORIZACIÓN		
		Fecha: _____
<p>Por este medio se solicita su autorización para la participación de su mascota en el estudio de investigación "COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE LABORATORIO (ELECTROQUÍMICO VS REFRACTOMETRÍA) PARA LA MEDICIÓN DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS". En el cuál se deberá tomar una muestra sanguínea que consta de 0.5 ml, dicha muestra se procesará de forma inmediata y el resultado obtenido le será informado.</p>		
<p>Yo: _____ Que me identifico con DPI o número de pasaporte: _____ Autorizo a la investigadora Leslie Diéguez a tomar la muestra sanguínea y a la participación de mi mascota de nombre: _____</p>		
raza: _____	edad: _____	color: _____
_____		
firma		

Fuente: Elaboración propia.



FICHA EXÁMEN FÍSICO GENERAL			
Nombre mascota _____	Propietario _____	Fecha _____	
Fecha de Nacimiento _____	Raza _____	Sexo _____	
Estado reproductivo _____		Color o señas particulares _____	
Motivo de Consulta: _____			
Historia Clínica: _____			
Vacunaciones Si/No Productos: _____	Desparasitaciones Si/No _____	Procedimientos médicos y/o enfermedades previas: _____	
Última fecha: _____	Última Fecha: _____		
Constantes Fisiológicas			
Peso: _____	T°: _____	TLLC: _____	
Sonidos Pulmonares _____		FR _____	
Sonidos Cardiacos _____		FC _____	
Pulso: _____	Turgencia de piel _____	Mucosas _____	
Hallazgos clínicos: _____			
_____			
_____			
_____			

**Anexo 2: Ficha clínica del paciente**

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3: Hoja de recolección de datos

No .	Nombre	Sexo	Edad	Raza	Motivo Consulta/Reseña	Resultado 1	Resultado 2
1	Ayo	M	1	Crestado Rodesiano	Vacunación anual	110	112
2	Molly	H	6	Caniche	Corte de uñas	74	79
3	Bongo	M	8	Springerspaniel	Orquiectomía electiva	91	103
4	Hachi	M	5	Caniche	Vacunación anual	85	90
5	Tequila	M	2	Chihuahua	Preanestésico para limpieza dental	77	76.1
6	Zeus	M	3	Caniche / Shitzu	Vacunación anual	75	76.1
7	Milly	H	5	Beagle	Vacunación anual	92	96.9
8	Brooklyn	M	3	Pastor Aleman	Orquiectomía electiva	90	101
9	Sam	M	7	Golden Retriever	Orquiectomía electiva	90	102
10	Bubu	H	4	Pug	Vacunación anual	105	109
11	Coco	H	4	Pug	Vacunación anual	87	97
12	Nutella	H	4	Pug	Vacunación anual	98	100
13	Moises	M	4	Pug	Vacunación anual	95	97.1
14	Cosita	H	8	Dackel	Preanestésico para limpieza dental	99	102
15	Blanqui	H	1	Chihuahua	Vacunación antirrábica	88	90.3
16	Guagua	H	8	Mestizo	Desparasitación	110	113
17	Pupe	M	8	Cocker	Hospedaje	110	112.6
18	Stella	H	2	French bulldog	Desparasitación	98	104
19	Spike	M	3	Mestizo	Orquiectomía electiva	99	104
20	Pepper	H	2	Shitzu	Ovariohisterectomía electiva	99	102
21	Dingo	M	6	Rodesiano	Consulta general anual	98	102.5
22	Lola	H	3	Caniche	Vacunación anual	102	116
23	Lia	H	8	Cocker	Preanestésico para limpieza dental	87	90
24	Moshi	H	2	Cocker	Desparasitación	71	74
25	Vito	M	7	Schnauzer	Desparasitación	87	90.7
26	Fuser	M	8	Chihuahua	Corte de uñas	85	27
27	Lhía	H	2	Shitzu	Ovariohisterectomía electiva	84	90.7
28	Giacó	M	1	Beagle	Desparasitación	100	103

29	Chihua	H	7	Chihuahua	Desparasitación	90	94.2
30	Cockie	H	5	Mestizo	Ovariohisterectomia electiva	104	105.3
31	Mamba	H	5	Rodesiano	Ovariohisterectomia electiva	96	100
32	Chito	M	8	Schnauzer	Limpieza dental	89	92
33	Sury	H	7	Golden Retriver	Ovariohisterectomia electiva	89	93.1
34	Homero	M	7	Shitzu	Desparasitación	79	84
35	Suru	M	1	Crestado Rodesiano	Consulta general anual	97	103
36	Mojito	M	6	Chihuahua	Limpieza dental	95	96.6
37	Pinky	H	6	Chihuahua	Limpieza dental	96	103
38	Chikis	H	3	Schnauzer	Desparasitación	93	101.3
39	Jack	M	2	Shitzu	Vacunación	105	107.2
40	Taffy	H	5	Mestizo	Corte de uñas	110	112.3
41	Olivia	H	3	Chihuahua	Vacunación anual	86	89
42	Caramelo	H	6	Caniche	Hospedaje	99	102.4
43	Nina	H	2	Shitzu	Ovariohisterectomia electiva	112	115
44	Rocco	M	2	Caniche	Vacunación	97	97.4
45	Canche	M	1	Chihuahua	Desparasitación	95	98
46	Linda	H	5	Mestizo	Vacunación anual	111	113.5
47	Molly	H	3	Dackel	Limpieza dental	98	102.1
48	Hunter	M	4	Husky	Desparasitación	87	92
49	Chester	M	2	Beagle	Desparasitación	105	107.1
50	Huevito	H	2	Boxer	Ovariohisterectomia electiva	86	93
51	Blackjack	M	6	Chihuahua	Limpieza dental	89	92.3
52	Cooky	H	3	Mestizo	Vacunación anual	102	104.1
53	Kimba	H	6	Sharpei	Corte de uñas	90	93.1

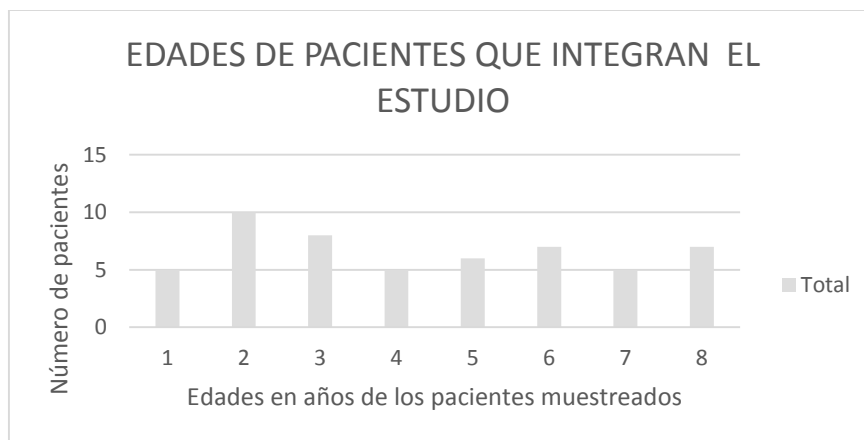
Resultado 1: Electroquímico

Resultado 2: Refractometría

M = Macho / H = Hembra

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4

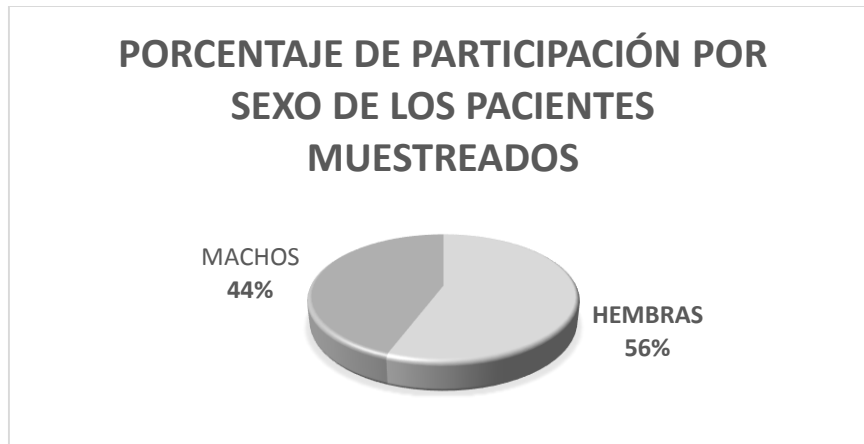


**Figura 2. EDADES DE LOS PACIENTES QUE INTEGRAN EL ESTUDIO**

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 podemos observar una distribución de las edades de los pacientes que integran el presente estudio.

## Anexo 5



**Figura 3. EDADES DE LOS PACIENTES QUE INTEGRAN EL ESTUDIO**

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 observamos que de los 53 pacientes que integran el estudio 29 fueron hembras lo que representa el 56% y 24 pacientes machos lo que representa un 44% que participaron en el estudio, más de la mitad de los pacientes muestreados fueron hembras.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE LABORATORIO  
(ELECTROQUÍMICO VS REFRACTOMETRÍA) PARA LA MEDICIÓN  
DE GLUCOSA SANGUÍNEA EN CANINOS

f.   
Br. Leslie Susely Dieguez Carrillo

f.   
M.V. María Andrea Carbonell Piloña  
ASESOR

f.   
M.V. Carmen Grizelda Arizandieta Altan  
ASESOR

f.   
M.V. Déborah Cecilia Rodríguez Sánchez  
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f.   
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil  
DECANO

