UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CUATRO TIPOS DE DIETAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario/a Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria

Autores

César Hugo Burbano Layedra

Sonia Vanessa Ruiz Cevallos

Tutora

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc

Guaranda - Ecuador

2025

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CUATRO TIPOS DE DIETAS

REVISADO Y APROBADO POR:

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc

TUTORA

Dr. Danilo Fabián Yánez Silva MSc

PAR LECTOR

Dr. Freddy Rodrigo Guillín Núñez MSc

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Nosotros, César Hugo Burbano Layedra, con CI 0604235994 y Sonia Vanessa Ruiz Cevallos, con CI 1756020176, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

César Hugo Burbano Layedra

0604235994

Sonia Vanessa Ruiz Cevallos

1756020176

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc

0201454469

Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

rio...

N° ESCRITURA: 20250201003P02009

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: BURBANO LAYEDRA CESAR HUGO y

RUIZ CEVALLOS SONIA VANESSA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000008188

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día treinta de Julio del dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda,** comparecen **BURBANO LAYEDRA CESAR HUGO**, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo y de paso por este lugar, con celular número (0988552965), su correo electrónico es ce_sar_96@hotmail.com, y **RUIZ CEVALLOS SONIA VANESSA**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la ciudad de Quito provincia de Pichincha y de paso por este lugar, con celular número (0993109304), su correo electrónico es soniavruizc@gmail.com , por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CUATRO TIPOS DE DIETAS,** es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se ratifican quedando incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

BURBANO LAYEDRA CESAR HUGO
C.C.0604235994

RUIZ CEVALLOS SONIA VANESSA
C.C.1756020176

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

CESAR BURBANO & VANESSA RUIZ CESAR BURBAN...

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CU...

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:477294370

Fecha de entrega
30 jul 2025, 7:03 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
30 jul 2025, 7:14 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS 29 DE JULIO FINAL.docx

Tamaño de archivo
8.6 MB

98 Páginas

17.873 Palabras

100.947 Caracteres

turnitin Página 1 of 102 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::3117:477294370

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)
- Trabajos entregados
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Fuentes principales

4%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
0%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

turnitin Página 2 of 102 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:477294370

DEDICATORIA

A Dios, por su amor infinito y por ser mi guía en los momentos más obscuros, a él gracias porque me dio la oportunidad de cumplir uno de los sueños que desde niño anhelé, por ser la luz en mis días y por darme la fortaleza infinita la misma que me ha ayudado a sostenerme en los duros momentos.

A mi padre, por ser incondicional en cada paso de este camino, por enseñarme el amor hacia los animales, le agradezco por mostrarme la belleza de la vida en los pequeños detalles que a menudo pasan desapercibidos.

A mi madre a quien amo, es mi ejemplo de fortaleza y perseverancia, me ha demostrado que, con esfuerzo, dedicación y trabajo, los sueños se hacen realidad.

A mis hermanos, que adoro con mi vida, Dome y David por su compañía, porque cada momento a su lado ha sido un soporte fundamental en mi vida, no ha sido solo diversión, sino una valiosa lección de vida, aprendizaje y alegrías, porque con ellos hemos compartido momentos buenos, malos, felices y tristes, pero con su apoyo y compañía he logrado mi meta.

A mis abuelitos Wilson, Tere y Marina, por sus sabias y alentadoras palabras que siempre me impulsaron a seguir adelante. A mi abuelito Hugo, que desde el cielo me acompaña en cada momento.

A mis tíos y tías por cada llamada y mensaje que sin importar la distancia con su apoyo me hicieron sentir cerca.

A mi amor, mi confidente, mi acompañante en ésta aventura que decidimos emprender juntos, la única que sabe las noches que vivimos y el esfuerzo que hicimos para cumplir nuestras metas.

A mis mascotas Sammy y Sora, por el amor puro y desinteresado que siempre me brindan. Y a mi querido Balto que siempre te recordaré con mucho cariño.

César Hugo Burbano Layedra

DEDICATORIA

A Dios, en lo más profundo de mi ser, por fortalecerme, por permitirme alcanzar este anhelado sueño y transformar una aspiración en una hermosa realidad.

A mi papito querido, la fuente inagotable de mi vocación y mi más grande inspiración para convertirme en veterinaria. Por sembrar en mí esta pasión desde pequeña, por enseñarme el profundo valor de cuidar la vida en la granjita, donde mis manos y mi espíritu aprendieron el significado de la dedicación a los animales.

A mi mamita adorada, por su amor y apoyo incondicional. Su ejemplo de fortaleza me ha guiado y permitido tomar las mejores decisiones al estar lejos de casa, me diste fuerzas para hoy poder concluir con mi sueño de ser profesional.

A mi mamita Soñi y a toda mi querida familia de Ascázubi, por sus oraciones, por su ternura infinita que ha aliviado mis cansancios, por ser un pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Su cariño y sus valores son un tesoro que llevo conmigo.

A mi querida hermana Pau y a Dieguito mi cuñado, quienes con su apoyo y consejo se convirtieron en mi refugio y en un impulso constante e indispensable en este largo y, a veces, desafiante camino. Su generosidad y confianza fueron esenciales para no desistir.

A mi compañero, mi amor, gracias por tu paciencia en los momentos de estrés, tu motivación cuando sentía que no podía más. Fuiste el cómplice de mis desvelos y el primero en elogiar mis aciertos.

A mi cachorrito que me acompaño durante toda mi carrera y me ayudo a estudiar a las mascotas mi querido Randitotote.

A mi persona y futuros estudiantes lectores por sacrificarse en cada madrugada, en exámenes y exposiciones, lucha que cada día te forjan y te hacen un buen profesional.

Sonia Vanessa Ruiz Cevallos

AGRADECIMIENTO

Nos complace expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis y contribuyeron a nuestra formación como Médicos Veterinarios:

A Dios, por brindarnos salud, fortaleza y claridad mental para enfrentar con determinación los retos académicos y personales que nos acompañaron en este proceso de formación.

A nuestros familiares, por su valioso apoyo emocional, moral y económico. Su ejemplo de responsabilidad, esfuerzo y valores fue la luz que nos guio en cada paso.

A nuestra tutora de tesis, Dra. Jenny Martínez, por su asesoría experta, dedicación incansable y visión crítica. Su acompañamiento fue fundamental en la conceptualización, ejecución y redacción de este trabajo.

A nuestros pares lectores, Dr. Rodrigo Güillín y Dr. Danilo Yánez, por sus observaciones precisas, sugerencias acertadas y compromiso.

A nuestros amigos y colegas de generación, por los buenos momentos, los desafíos y la motivación constante durante el transcurso de nuestra carrera. Un especial agradecimiento a Shirley, Josué y Andrés, amigos incondicionales.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Estatal de Bolívar, así como a su cuerpo docente, por el entorno formativo profesional, los contenidos actualizados y las oportunidades de crecimiento práctico y teórico que nos brindaron.

A los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación, a sus técnicos, cuya competencia, entusiasmo y trato colaborativo fueron importantes para las actividades experimentales. Al Centro de Atención Emergente de Fauna Urbana (CAEFU) por su apertura, facilidades y predisposición para integrarnos al trabajo de campo, lo que enriqueció notablemente nuestra investigación.

¡¡¡A TODOS GRACIAS!!!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 PROBLEMA 3

1.3 OBJETIVOS 4

1.4 HIPÓTESIS 5

CAPÍTULO II 6

2 MARCO TEÓRICO 6

2.1 Glucosa en Caninos 6

2.1.1 Aparato Digestivo Canino 6

2.2 Fisiología de la Glucosa en Caninos 7

2.2.1 Absorción Intestinal de Glucosa 7

2.2.2 Transportadores de Glucosa y su Distribución Tisular 8

2.2.3 El Hígado y Otros Tejidos en el Metabolismo de la Glucosa 9

2.3 Regulación de la Glucosa en Sangre 9

2.3.1 Hormonas pancreáticas 10

2.3.2 Péptidos Intestinales y Otros Factores Reguladores 11

2.3.3 Respuesta Glucémica Postprandial Normal en Caninos 11

2.4 Factores que Influyen en la Respuesta Glucémica Postprandial 12

2.4.1 Composición del Alimento 12

2.4.2 Índice glucémico 16
2.4.3 Velocidad de Vaciamiento Gástrico 17
2.4.4 Respuesta Glucémica Según el Sexo 17
2.5 Importancia de la Regulación Glucémica en la Salud Canina 18
2.5.1 Alteraciones Metabólicas y Glucémicas 19
2.5.2 La dieta en la prevención y el manejo de alteraciones metabólicas 21
2.6 Metodología de Evaluación de la Respuesta Glucémica 22
2.6.1 Toma de Muestras de Glucosa 22
2.6.2 Curva Glucémica Postprandial 24
CAPÍTULO III 26
3 MARCO METODOLÓGICO 26
3.1 Ubicación y características de la investigación 26
3.1.1 Localización del experimento 26
3.1.2 Situación geográfica y climática 26
3.1.3 Zona de Vida 26
3.2 Metodología 26
3.2.1 Material en estudio 26
3.2.2 Factores en estudio 27
3.2.3 Tratamientos 27
CAPÍTULO IV 31

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
4.1. Interpretación de resultados 31
4.1.1. Composición bromatológica de las dietas experimentales 31
4.1.2. Curvas de glucosa postprandial 33
4.1.3. Concentración máxima de glucosa 38
4.1.4. Tiempo al pico 42
4.1.5. Peso 44
4.1.6. Aceptación 49
4.1.7. Consistencia fecal 51
4.2. Comprobación de la hipótesis 54
CAPÍTULO V 55
5.1 CONCLUSIONES 55
5.2 RECOMENDACIONES 56
BIBLIOGRAFÍA 57
ANEXOS 66

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Transportadores de Glucosa (GLUT y SGLT) y su Localización en Tejidos	8
2	Datos de la localización de la investigación	26
3	Tratamientos experimentales	27
4	Composición bromatológica de las dietas experimentales	31
5	Niveles de glucosa postprandial	33
6	Análisis de varianza de Concentración máxima de glucosa	38
7	Análisis de varianza de tiempo al pico	42
8	Análisis de varianza de peso inicial	45
9	Análisis de varianza de peso final	47
10	Análisis de varianza de aceptación	49
11	Análisis de varianza de consistencia fecal	51

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Curvas de glucosa postprandial por tratamientos	29
2	Gráfico de medias de Concentración máxima de glucosa	39
3	Gráfico de medias de tiempo al pico	43
4	Gráfico de medias de respuesta peso inicial	46
5	Gráfico de medias de respuesta peso final	47
6	Gráfico de medias de aceptación	49
7	Gráfico de medias de consistencia fecal	51

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Toma de datos de glucosa en mg/dL
4	Resultados de análisis bromatológicos
5	Bases de datos de la investigación
6	Fichas de anamnesis
7	Fotografías
8	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Este estudio comparó la actividad glucémica postprandial en caninos sanos alimentados con cuatro dietas, buscando optimizar la homeostasis energética y prevenir trastornos metabólicos. El problema central radicó en la falta de dilucidación sobre el efecto específico de la fibra soluble (psyllium) y carbohidratos complejos (arroz integral) en la respuesta glucémica canina. La metodología incluyó la evaluación de 24 caninos sanos alimentados con un balanceado control, balanceado con arroz integral, balanceado con psyllium, y balanceado con arroz integral y psyllium, midiendo la glucosa capilar en diferentes tiempos post-ingesta y realizando análisis bromatológicos de las dietas. Los resultados mostraron que las dietas con psyllium (Balanceado + Psyllium y Balanceado + Arroz Integral + Psyllium) indujeron picos de glucosa más bajos y un retorno más rápido a la normoglucemia, alcanzando el pico a los 60 minutos, a diferencia de las dietas sin psyllium que lo hicieron a los 30 minutos. Se confirmó una diferencia significativa en los niveles de glucosa postprandial entre las dietas, aceptándose la hipótesis alterna. Además, se observó una mejora en la consistencia fecal en los grupos con psyllium y una influencia significativa del sexo en la concentración máxima de glucosa, con una mejor respuesta en machos. El tratamiento de Balanceado + Arroz Integral + Psyllium en machos demostró la regulación glucémica más favorable.

Palabras Clave: *Arroz Integral, Caninos, Curvas Glucémicas, Psyllium, Regulación Glucémica.*

SUMMARY

This study compared postprandial glycemic activity in healthy canines fed four types of diets, aiming to optimize energy homeostasis and prevent metabolic disorders. The central problem was the lack of clear understanding regarding the specific effect of soluble fiber (psyllium) and complex carbohydrates (brown rice) on canine glycemic response. The methodology involved evaluating 24 healthy canines fed a control kibble, kibble with brown rice, kibble with psyllium, and kibble with both brown rice and psyllium, measuring capillary glucose at different post-ingestion times and performing bromatological analyses of the diets. Results showed that diets containing psyllium (Kibble + Psyllium and Kibble + Brown Rice + Psyllium) induced lower glucose peaks and a faster return to normoglycemia, reaching the peak at 60 minutes, unlike diets without psyllium which peaked at 30 minutes. A significant difference in postprandial glucose levels among the diets was confirmed, supporting the alternative hypothesis. Additionally, an improvement in fecal consistency was observed in the psyllium groups, and a significant influence of sex on maximum glucose concentration was noted, with males showing a better response. The Kibble + Brown Rice + Psyllium treatment in males demonstrated the most favorable glycemic regulation.

Keywords*: Brown Rice, Dogs, Glycemic Curves, Glycemic Regulation, Psyllium.*

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

A nivel global, la nutrición veterinaria ha experimentado un avance significativo en las últimas décadas, con un enfoque creciente en la optimización de las dietas para promover la salud y el bienestar de los animales de compañía. Dentro de este campo, la alimentación juega un papel crucial en la fisiología canina, impactando directamente en procesos metabólicos fundamentales, como el metabolismo de la glucosa. Una adecuada respuesta glucémica postprandial es esencial para mantener la homeostasis energética y prevenir el desarrollo de trastornos metabólicos a largo plazo. La alteración de esta respuesta, caracterizada por hiperglucemia o hipoglucemia, puede conducir a patologías como la resistencia a la insulina y la diabetes mellitus canina, cuya prevalencia ha mostrado un aumento en los últimos años (Musso, 2014).

A un nivel meso, el creciente interés en el impacto de la dieta en la salud metabólica canina ha dado lugar a múltiples líneas de investigación, que resaltan el papel de la composición alimentaria en la regulación de la respuesta glucémica. La selección de ingredientes y su procesamiento, así como la densidad energética que aporta la dieta, son factores importantes que influyen directamente en la velocidad de digestión y absorción de los carbohidratos, y por consiguiente, en los picos de glucosa e insulina postprandiales. Existe un interés cada vez mayor en incorporar ingredientes funcionales en las dietas caninas, buscando ofrecer beneficios que vayan más allá de la nutrición convencional. En este contexto, cada vez cobra más importancia investigar cómo ingredientes locales o de fácil acceso, como el arroz integral y fuentes de fibra como el psyllium, pueden influir en la salud metabólica de los caninos es cada vez más relevante en este contexto (Hermann, 2021).

En este sentido, el presente estudio se centra en evaluar cómo varía la actividad glucémica postprandial en caninos sanos alimentados con cuatro dietas que difieren en la inclusión de arroz integral y psyllium, utilizando un alimento balanceado comercial como base. Se busca comparar las curvas de glucosa resultantes de estas

dietas, para identificar aquella que promueva una respuesta glucémica más favorable. Los hallazgos de esta investigación contribuirán al conocimiento sobre el manejo nutricional y la salud metabólica canina, aportando información valiosa para la formulación de dietas que puedan tener un impacto positivo en el bienestar de estos animales en nuestro entorno.

1.2 PROBLEMA

La respuesta glucémica postprandial es un indicador clave de la salud metabólica en caninos, influyendo en el equilibrio energético y la susceptibilidad a enfermedades como la diabetes mellitus. Si bien se reconoce la influencia de la dieta en la glucemia, el efecto específico de la modulación con fibra soluble (psyllium) y carbohidratos complejos (arroz integral), añadidos a un alimento balanceado, sobre esta respuesta en perros sanos no está completamente dilucidado.

Comprender cómo estas adiciones dietéticas alteran la cinética de la glucosa postprandial es crucial para el desarrollo de estrategias nutricionales que promuevan una mejor salud metabólica. La optimización de la respuesta glucémica a través de la manipulación de componentes dietéticos podría ser una herramienta valiosa para mantener la homeostasis glucémica en caninos.

Por lo tanto, este estudio se centra en comparar la actividad glucémica postprandial en caninos sanos alimentados con cuatro dietas que varían en la inclusión de psyllium y arroz integral, buscando identificar qué combinación dietética induce una respuesta glucémica más favorable, lo que podría tener implicaciones positivas para la salud metabólica canina.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Comparar la Actividad Glucémica Postprandial en Caninos Sanos Alimentados con cuatro dietas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición bromatológica de las dietas experimentales.
- Describir las curvas de Cinética de Glucosa postprandial según cada dieta.
- Identificar el tratamiento con mejor regulación glucémica.

1.4 HIPÓTESIS

Ho: No existen diferencias significativas en los niveles de glucosa postprandial en caninos sanos alimentados con cuatro dietas.

Ha: Existen diferencias significativas en los niveles de glucosa postprandial en caninos sanos alimentados con cuatro dietas.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Glucosa en Caninos

El metabolismo de la glucosa en el perro, si bien comparte principios fundamentales con el de otros mamíferos, exhibe adaptaciones distintivas que reflejan su evolución como carnívoro oportunista (Matute, 2003).

La glucosa es el monosacárido primordial y el sustrato energético principal para la mayoría de los tejidos, siendo la única fuente de energía para células críticas como las del cerebro y los eritrocitos. La capacidad del organismo canino para mantener la concentración de glucosa en sangre dentro de un rango estrecho (normoglucemia) es, por lo tanto, vital para la función cerebral y la salud sistémica (Musso, 2014).

En caninos sanos, los niveles normales de glucosa en sangre en ayuno suelen oscilar entre 70 y 120 mg/dL (4.2 a 6.7 mmol/L), aunque algunos autores mencionan un rango de hasta 130 mg/dL dependiendo de factores individuales como edad, raza y actividad metabólica. Después de la ingesta de alimentos (postprandial), es normal que los niveles de glucosa se eleven temporalmente, pudiendo alcanzar valores de hasta 180 o incluso 250 mg/dL. Valores menores se definen como hipoglucemia, mientras que valores superiores como hiperglucemia, indicando problemas metabólicos que requiere evaluación veterinaria para descartar patologías como diabetes mellitus (Álvarez, 2017).

2.1.1 Aparato Digestivo Canino

El aparato digestivo del perro está adaptado evolutivamente a una dieta rica en proteínas y grasas, aunque también presenta una capacidad desarrollada para procesar carbohidratos. A diferencia de los humanos, los perros no poseen amilasa salival, por lo que la digestión de los carbohidratos se inicia en el intestino delgado, principalmente por acción de la amilasa pancreática (Vidal, 2016).

El bolo alimenticio desciende por el esófago hasta un estómago grande y potente, donde los ácidos gástricos, mucho más corrosivos que los humanos, inician la descomposición de proteínas. El hígado, de gran tamaño, produce bilis para la digestión de grasas, además de cumplir funciones metabólicas esenciales como la síntesis de glucosa y proteínas, el almacenamiento de nutrientes y la desintoxicación (Monroy, 2022).

El páncreas tiene una doble función: su parte exocrina secreta enzimas digestivas, y su parte endocrina produce hormonas como la insulina y el glucagón para el control de la glucosa en sangre. La mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes tiene lugar en el intestino delgado, donde las vellosidades intestinales aumentan significativamente la superficie disponible para estos procesos. El intestino grueso finaliza el proceso digestivo, formando las heces y gestionando residuos no digeridos (Vidal, 2016).

Esta adaptación digestiva, en especial la capacidad para procesar almidón, ha sido clave en la domesticación del perro y su convivencia con los humanos.

2.2 Fisiología de la Glucosa en Caninos

El proceso mediante el cual la glucosa es regulada, absorbida y utilizada por el cuerpo canino involucra una serie de mecanismos hormonales y metabólicos que aseguran su disponibilidad en sangre, tanto durante el ayuno como después de comer.

2.2.1 Absorción Intestinal de Glucosa

Tras la ingestión de alimentos, los carbohidratos son descompuestos en el intestino delgado por la acción de la amilasa pancreática. Después de que los carbohidratos son descompuestos en monosacáridos, principalmente glucosa, son absorbidos por los enterocitos del intestino delgado a través de transportadores específicos, como el SGLT1 (transportador de glucosa dependiente de sodio), que facilita la entrada de glucosa al interior de las células intestinales. Posteriormente, la glucosa es liberada al torrente sanguíneo portal a través del transportador GLUT2 (Viribay, 2019).

Este sistema asegura una absorción eficiente de glucosa y previene efectos como la diarrea osmótica. Además, dentro de los enterocitos, se utiliza glutamina como fuente de energía, lo que permite conservar la glucosa para el resto del organismo (Holst, 2016).

2.2.2 Transportadores de Glucosa y su Distribución Tisular

La entrada de glucosa a las células no ocurre libremente, sino a través de proteínas transportadoras especializadas: los transportadores facilitadores de glucosa (GLUT) y los cotransportadores sodio-glucosa (SGLT), cuya distribución específica en los tejidos permite un control preciso de la captación y utilización de glucosa (Herman & Kahn, 2006).

Tabla 1

Transportadores de Glucosa (GLUT y SGLT) y su Localización en Tejidos

Transportador	Tipo de Transporte	Localización Principal	Función Clave	Depende de Insulina
SGLT1	Cotransporte Na+-glucosa	Intestino delgado (borde en cepillo)	Absorción de glucosa/galactosa del lumen intestinal	No
SGLT2	Cotransporte Na+-glucosa	Túbulos renales (proximales)	Reabsorción de glucosa en el riñón	No
GLUT1	Difusión facilitada	Placenta, barrera hematoencefálica, encéfalo, eritrocitos, riñones, colon	Captación basal de glucosa en diversos tejidos	No
GLUT2	Difusión facilitada	Células β de los islotes pancreáticos, hígado, células epiteliales del intestino delgado, riñones	Sensor de glucosa; transporte bidireccional en hígado; salida de glucosa de enterocitos	No
GLUT3	Difusión facilitada	Encéfalo, placenta, riñones y otros órganos	Captación basal de glucosa de alta afinidad	No
GLUT4	Difusión facilitada	Músculo esquelético, músculo cardíaco, tejido adiposo	Captación de glucosa estimulada por insulina (y contracción muscular)	Sí

Fuente: (Alberts, 2002).

Elaborado por: (Los autores, 2025).

2.2.3 El Hígado y Otros Tejidos en el Metabolismo de la Glucosa

Una vez en la circulación portal, la glucosa llega al hígado, donde es distribuida hacia el resto del organismo según las necesidades metabólicas, o almacenada como glucógeno hepático.

El hígado es el órgano central en la regulación de la glucosa en perros, mantiene la homeostasis glucémica. Sus funciones clave incluyen la glucogenogénesis, donde almacena glucosa en forma de glucógeno, proceso estimulado por la insulina. La glucogenólisis, que libera glucosa a la sangre a partir del glucógeno almacenado cuando el organismo necesita energía. Y la gluconeogénesis, en la que produce glucosa a partir de sustratos no glucídicos (aminoácidos, lactato, glicerol) durante el ayuno o en estados de baja reserva de glucógeno (Dimitriadis et al., 2021).

Cuando hay exceso de glucosa, el hígado también convierte parte de ella en ácidos grasos, que se almacenan como triglicéridos en el tejido adiposo. Esta función evita la acumulación tóxica de energía en órganos sensibles.

Otros tejidos también desempeñan roles esenciales en el metabolismo de la glucosa, como pasa con el tejido músculo esquelético y tejido adiposo, que son los principales sitios de captación de glucosa dependiente de insulina, mediante el transportador GLUT4. También almacenan glucógeno como fuente energética local (Viribay, 2019).

2.3 Regulación de la Glucosa en Sangre

La concentración de glucosa en sangre en perros se mantiene dentro de un rango fisiológico estrecho gracias a un sistema de regulación complejo y multifactorial, en el que las hormonas pancreáticas y otros péptidos intestinales juegan roles preponderantes. Este enfoque que involucra múltiples hormonas permite comprender de manera más integral el metabolismo de la glucosa (Olay-Blanco, 2017).

2.3.1 Hormonas pancreáticas

La homeostasis de la glucosa en perros está finamente regulada por un equilibrio dinámico y antagónico entre dos hormonas pancreáticas principales: la insulina y el glucagón

Insulina

La insulina, secretada por las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas, es la principal hormona hipoglucemiante. Su acción se basa en reducir los niveles de glucosa en sangre promoviendo su captación por el músculo esquelético y el tejido adiposo, mediante la translocación del transportador GLUT4 hacia la membrana celular. Además, estimula el almacenamiento de glucosa en forma de glucógeno (glucogenogénesis), favorece la conversión del exceso de glucosa en ácidos grasos (lipogénesis) para su almacenamiento como grasa, inhibe la producción hepática de glucosa (por gluconeogénesis y glucogenólisis) y también promueve la síntesis proteica, contribuyendo al crecimiento celular (Reyes & Plancarte, 2008).

Glucagón

El glucagón es producido por las células alfa pancreáticas y actúa como la principal hormona hiperglucemiante. Su función es aumentar la glucosa en sangre durante estados de ayuno o hipoglucemia. Lo hace estimulando la glucogenólisis hepática (liberación de glucosa desde el glucógeno almacenado) y promoviendo la gluconeogénesis, es decir, la producción de nueva glucosa a partir de compuestos no carbohidraticos como aminoácidos y lactato.

Cuando existe un desequilibrio entre estas dos hormonas, como ocurre en la diabetes mellitus canina, se observa una deficiencia de insulina (absoluta o relativa) y un exceso compensatorio de glucagón. Este desbalance contribuye a la hiperglucemia severa y, en casos graves, puede inducir cetoacidosis debido al aumento de la oxidación de ácidos grasos en el hígado.

Otras hormonas

Además de la insulina y el glucagón, otras hormonas también participan en la regulación de la glucosa, especialmente en situaciones de estrés o hipoglucemia. Entre ellas se encuentran la adrenalina, la hormona del crecimiento, la somatostatina y el cortisol. Estas hormonas contrarreguladoras elevan los niveles de glucosa al estimular la glucogenólisis o al reducir su utilización en tejidos periféricos, asegurando un suministro continuo de energía (Jones et al., 2012).

2.3.2 Péptidos Intestinales y Otros Factores Reguladores

Los péptidos intestinales, conocidos como incretinas, son hormonas que contribuyen a la regulación de la glucosa. Las dos principales incretinas son el péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1) y el polipéptido insulinotrópico dependiente de la glucosa (GIP), ambos secretados por células del intestino en respuesta a la ingesta de nutrientes.

2.3.3 Respuesta Glucémica Postprandial Normal en Caninos

El término postprandial hace referencia a los procesos que tienen lugar después de una comida. En este contexto, la glucosa postprandial (PPG) se refiere a los niveles de glucosa en plasma medidos tras la ingesta de alimentos. En perros sanos, la respuesta glucémica postprandial es un fenómeno fisiológico que evidencia la eficiencia del organismo para digerir, absorber y metabolizar los carbohidratos consumidos, manteniendo el equilibrio glucémico. Esta respuesta está influenciada por diversos factores, como la composición nutricional de la dieta y el estado metabólico del animal (Buishand, 2019).

La concentración de glucosa en sangre es un indicador clave del estado metabólico en perros, y sus valores normales pueden variar ligeramente según la fuente y el método de medición. En perros adultos en estado de ayuno, los niveles fisiológicos de glucosa en sangre suelen encontrarse entre 70 y 120 mg/dL. En cachorros, estos valores tienden a ser un poco más altos, situándose entre 90-150 mg/dL (Ettinger, 2021).

Tras la ingesta de alimentos, se produce una hiperglucemia postprandial fisiológica, donde la glucosa en sangre puede elevarse hasta 180-200 mg/dL, especialmente tras el consumo de alimentos húmedos o de fácil digestión. Sin embargo, el sistema regulador del perro actúa rápidamente para devolver los niveles a la normalidad, generalmente en unas dos horas (MayoClinic, ¿Qué es la resistencia a la insulina? Explicación de un experto de Mayo Clinic, 2022).

El umbral renal para la glucosa en perros se encuentra entre 180 y 200 mg/dL. Si se superan estos valores, los túbulos renales no logran reabsorber toda la glucosa, provocando su aparición en la orina, lo que se denomina glucosuria (Behrend, 2018).

La hipoglucemia se define como una concentración de glucosa en ayunas inferior a 63 mg/dL, y puede presentarse con signos clínicos como aumento del apetito, temblores, inquietud o somnolencia. Por otro lado, se habla de hiperglucemia cuando la glucosa basal es igual o superior a 150 mg/dL, aunque los signos clínicos suelen aparecer solo cuando se alcanza o sobrepasa el umbral renal (Alvares, 2017).

2.4 Factores que Influyen en la Respuesta Glucémica Postprandial

La glucemia postprandial es el resultado de una compleja interacción entre los diferentes componentes de la dieta, el vaciamiento gástrico, la digestión enzimática, la absorción intestinal y la respuesta hormonal del organismo. Si bien los carbohidratos son el principal nutriente involucrado en el incremento de la glucosa sanguínea tras una comida, otros componentes como la fibra dietética, las proteínas y las grasas también pueden modular dicha respuesta, ya sea atenuándola, retrasándola o prolongándola en el tiempo (Haney, 2021).

2.4.1 Composición del Alimento

La composición de la dieta es un factor clave que determina la magnitud y duración de la respuesta glucémica postprandial en perros.

Carbohidratos

Los carbohidratos representan la fuente de energía más importante y fácilmente disponible para el organismo. Se clasifican principalmente en dos categorías:

- Carbohidratos Simples (Azúcares): Son moléculas de azúcar en su forma más básica, incluyendo fructosa, glucosa y lactosa. Los azúcares están presentes de forma natural en alimentos nutritivos como frutas, verduras y productos lácteos, aunque también se incorporan de manera artificial a muchos alimentos procesados y productos azucarados. Debido a su estructura simple, se descomponen y absorben rápidamente en el torrente sanguíneo, lo que provoca aumentos rápidos y pronunciados de los niveles de azúcar en sangre. Varios estudios han examinado cómo las diferentes fuentes y contenidos de carbohidratos pueden influir en la microbiota fecal canina y en los marcadores de glucosa (Clemente-Suárez, 2022).
- Carbohidratos Complejos (Almidones): Están compuestos por múltiples unidades de azúcares simples unidas entre sí. Para ser utilizados como energía, el cuerpo necesita descomponer estos almidones en azúcares más simples. Se encuentran en alimentos como verduras con almidón, cereales integrales, arroz, panes y pastas. En general, los carbohidratos complejos son más recomendables que los simples para una dieta saludable (Hermann, 2021).

Dentro de los carbohidratos complejos, el almidón es el carbohidrato disponible más común en los alimentos comerciales para mascotas y es el principal determinante de la respuesta glucémica postprandial en perros. La diferencia principal entre los carbohidratos simples y complejos no solo está en su estructura química, sino también de forma crucial en la velocidad con la que son digeridos y absorbidos por el organismo. Esta tasa es el factor determinante de la velocidad y magnitud de la respuesta glucémica postprandial. Los azúcares simples conducen a picos rápidos, mientras que los carbohidratos complejos, especialmente aquellos con granos enteros intactos, resultan en una liberación de glucosa más lenta y sostenida (Kayser et al., 2024).

Las opciones dietéticas beneficiosas incluyen cereales integrales, arroz integral, panes integrales, frutas, verduras y lácteos bajos en grasa. Por el contrario, los granos refinados (a los que se les ha eliminado parte del grano y nutrientes) y los azúcares añadidos (como jarabe de maíz, dextrosa, miel o melazas) deben consumirse con moderación o evitarse, ya que aportan "calorías vacías" y elevan rápidamente el azúcar en sangre.

Arroz Integral

El arroz integral, un carbohidrato complejo, influye potencialmente en la glucemia a través de una liberación más lenta de glucosa en comparación con los carbohidratos simples, debido a su contenido de fibra y su naturaleza de carbohidrato complejo. La presencia de la capa de salvado en el arroz integral, a diferencia del arroz blanco, le confiere un mayor contenido de fibra, lo que contribuye a un índice glucémico más bajo. Esto sugiere que el procesamiento del grano tiene un impacto directo en su respuesta glucémica. Aunque el arroz integral se considera una opción saludable, la investigación específica sobre su respuesta glucémica postprandial en caninos es limitada (Murphy, 2019).

Fibra

La fibra dietética también modula la respuesta glucémica y se clasifica en soluble e insoluble. Las dietas ricas en fibra pueden ayudar a controlar la diabetes tipo 1 en perros al disminuir los niveles de glucosa en ayunas y postprandiales (Rankovic, 2019).

- Fibra Insoluble: No se mezcla con el agua y atraviesa el aparato digestivo casi intacta. Funciona principalmente como un agente "voluminizador", aportando volumen y facilitando el tránsito intestinal. Ejemplos incluyen celulosa, hemicelulosa y lignina. Incrementa el volumen fecal y acelera el tránsito intestinal, beneficiando la saciedad y el control de peso.
- Fibra Soluble: Se mezcla con el agua en el intestino, formando una sustancia gelatinosa o viscosa. Esta capacidad de formar geles facilita el tránsito intestinal, ralentiza el vaciamiento gástrico, tiene un efecto procinético debido

a los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) derivados de su fermentación y es prebiótico. Entre los ejemplos de fibra soluble se encuentran las gomas, psyllium, pectinas, fructooligosacáridos (FOS), betaglucanos e inulina (Villén, 2017).

La capacidad de la fibra soluble para formar geles es crucial para sus efectos moduladores. Estos geles aumentan la viscosidad del quimo, lo que físicamente ralentiza la digestión y la absorción de carbohidratos. Diversos estudios han señalado que la fibra ofrece beneficios para mejorar el control de los niveles de glucosa en perros (Kayser et al., 2024).

Psyllium (Plantago ovata)

El psyllium, derivado de las semillas de Plantago ovata, es principalmente una fibra dietética soluble y fermentable, conocida por su alto contenido de mucílago. El mucílago es un material fibroso hidrofílico que, al absorber agua, aumenta su volumen hasta diez veces o más, formando un gel incoloro y viscoso.

Los mecanismos de acción específicos del psyllium en el tracto gastrointestinal y su impacto en la glucemia están relacionados con el aumento de la viscosidad del quimo, al formar un gel viscoso en el tracto gastrointestinal. Esta acción física ralentiza el vaciamiento gástrico y la velocidad de tránsito intestinal, lo que a su vez retarda la digestión y la absorción de glucosa en el intestino delgado. De igual manera la modulación de la microbiota intestinal, dado que aunque el psyllium se fermenta lentamente, actúa como un prebiótico, nutriendo la microbiota intestinal beneficiosa. Una microbiota saludable es esencial para una digestión y absorción óptimas de nutrientes, y puede influir en la salud metabólica general. También tiene un impacto en la producción de ácidos grasos de cadena Corta (AGCC), puesto que la fermentación de la fibra soluble del psyllium por la microbiota produce AGCC, como el butirato. Estos AGCC son importantes para la salud de las células del colon y pueden influir en la respuesta inmunitaria y la reducción de la inflamación (Gholami et al., 2024).

Grasa

Las grasas constituyen uno de los macronutrientes esenciales para el aporte de energía al organismo. Su papel en la regulación glucémica es complejo y puede variar según la cantidad y el tipo de grasa, así como el estado de salud del animal.

Las dietas ricas en grasas pueden inducir cambios metabólicos similares al envejecimiento natural en perros, incluyendo hiperinsulinemia (niveles altos de insulina), resistencia a la insulina y dislipidemia (niveles anormales de lípidos) (Guidi & Colangeli, 2017).

Proteína

Las dietas con un alto contenido de proteínas pueden contribuir al control de los niveles de glucosa en sangre en los perros. A diferencia de los carbohidratos, las proteínas ejercen un efecto mínimo sobre los niveles de glucosa en sangre, generando variaciones más lentas y estables tras la ingesta. Esto contribuye a prevenir elevaciones bruscas y descensos repentinos en la glucemia. También contribuyen a que los perros se sientan más saciados y a equilibrar su metabolismo, lo que las convierte en una buena fuente de energía para el cuerpo (Guidi & Colangeli, 2017).

En su dieta ancestral, comparable a la de los lobos, los perros solían consumir alrededor del 60% de proteínas. No obstante, muchas formulaciones comerciales actuales ofrecen niveles considerablemente más bajos, llegando en algunos casos a solo un 18%.

2.4.2 Índice glucémico

El Índice Glucémico (IG) refleja la rapidez con la que un alimento aumenta los niveles de glucosa en sangre. Esta herramienta permite evaluar el impacto de los distintos alimentos sobre la respuesta glucémica del organismo. El valor de IG se determina en relación con un alimento estándar (generalmente glucosa, a la que se le asigna un valor de 100) o pan blanco, comparando el área bajo la curva de glucosa en sangre registrada tras la ingesta del alimento (Mavroeidi et al., 2022).

2.4.3 Velocidad de Vaciamiento Gástrico

La velocidad con la que el estómago se vacía (VVG) es un factor fundamental que influye directamente en la respuesta de glucosa tras la ingesta de alimentos. Este término describe la rapidez con la que los nutrientes se desplazan desde el estómago hacia el intestino delgado. Un vaciamiento gástrico acelerado provoca que los nutrientes, especialmente la glucosa, lleguen de manera súbita al intestino, lo que incrementa su absorción y puede causar picos elevados de glucosa en sangre. Este fenómeno es relevante en el contexto de la obesidad y la diabetes, ya que picos glucémicos altos pueden superar la capacidad de la insulina para remover glucosa, favoreciendo la lipogénesis y el aumento de peso.

La concentración de glucosa en la comida, el volumen, la consistencia y el contenido de grasa del alimento influyen en la velocidad de vaciamiento. El vaciamiento gástrico de sólidos comienza con una fase de latencia, cuya duración varía según ciertas características, seguida de una fase lineal que puede extenderse por varias horas.

El control hormonal es otro componente esencial en la regulación de la VVG. Hormonas intestinales y pancreáticas como las incretinas (GIP y GLP-1), la motilina, el glucagón y la amilina participan en este proceso. Modular la velocidad de vaciamiento gástrico, ya sea a través de la dieta o mediante fármacos, constituye una estrategia terapéutica importante para controlar los niveles de glucosa postprandiales, especialmente en perros con diabetes.

2.4.4 Respuesta Glucémica Según el Sexo

Los estudios en perros muestran resultados variados sobre diferencias en glucosa según el sexo. Algunas investigaciones no encuentran diferencias significativas entre machos y hembras jóvenes, mientras que otras indican niveles más altos en hembras. En diversos estudios se señala que la diabetes mellitus canina afecta más a hembras, con una incidencia aproximadamente doble que en machos, especialmente vinculada a la progesterona en perras intactas, y la esterilización puede inducir remisión.

Las diferencias glucémicas entre machos y hembras caninas se deben principalmente a las hormonas sexuales y su influencia en la sensibilidad a la insulina y el metabolismo. En hembras intactas, la progesterona induce resistencia a la insulina durante el diestro, afectando los receptores de insulina y promoviendo la liberación de hormona del crecimiento, lo que puede desencadenar diabetes. La esterilización revierte estos efectos. Los estrógenos generalmente mejoran la sensibilidad a la insulina, aunque la combinación con progesterona puede contrarrestar este beneficio. El efecto de la testosterona en machos es menos claro; puede reducir la respuesta insulínica y aumentar la movilización de lípidos, pero no induce claramente intolerancia a la glucosa (Álvares, 2017).

Otros factores como la adiposidad, envejecimiento, dieta alta en grasas y el estado gonadal (esterilización y función suprarrenal) también afectan la resistencia a la insulina y el metabolismo glucémico.

2.5 Importancia de la Regulación Glucémica en la Salud Canina

La salud metabólica en caninos implica la capacidad del organismo para mantener un equilibrio energético eficaz, donde la regulación de la glucosa ocupa un papel central. La glucosa es la principal fuente de energía celular, y su control homeostático, mediante mecanismos hormonales (insulina, glucagón y somatostatina), es esencial para el bienestar del perro. Una buena salud metabólica no solo se refleja en niveles adecuados de glucosa en sangre, sino también en la capacidad del metabolismo para adaptarse y generar energía a partir de grasas y proteínas mediante la gluconeogénesis, especialmente durante el ayuno o cuando la ingesta de carbohidratos es baja. Este equilibrio también se ve influenciado por factores como una adecuada digestión, función gastrointestinal saludable, y el mantenimiento de un peso corporal ideal, lo cual evita problemas como obesidad o intolerancias alimentarias (Vastolo, 2023).

2.5.1 Alteraciones Metabólicas y Glucémicas

Resistencia a la insulina

La resistencia a la insulina es una condición en la que las cantidades normales de insulina producidas por el páncreas no logran disminuir adecuadamente los niveles de glucosa en sangre. Esto significa que, a pesar de que las células beta pancreáticas funcionales producen insulina, estas no pueden vencer la resistencia, ya sea innata o adquirida, que tienen las células del cuerpo frente a la insulina, lo que provoca una hiperglucemia prolongada. Clínicamente, se sospecha resistencia a la insulina cuando un perro requiere una dosis de insulina superior a 1.5 U/kg para mantener niveles normales de glucosa, y un diagnóstico médico puede basarse en una dosis que excede los 2.2 U/kg por día (NIH, 2022).

La diversidad de trastornos médicos que pueden inducir resistencia a la insulina, incluyendo hiperadrenocorticismo, infecciones, diestro, acromegalia, hipotiroidismo, pancreatitis crónica, obesidad, hiperlipidemia, neoplasias y enfermedades renales, evidencia que esta condición no constituye una enfermedad primaria aislada, sino una manifestación secundaria común a múltiples disfunciones sistémicas, sino más bien una manifestación metabólica frecuente asociada a diversas disfunciones sistémicas. Esto implica que el enfoque diagnóstico y terapéutico debe ser integral, buscando y abordando la causa subyacente para lograr un control efectivo de la glucemia, en lugar de solo tratar la hiperglucemia sintomática (MayoClinic, ¿Qué es la resistencia a la insulina? Explicación de un experto de Mayo Clinic, 2022).

Diabetes Mellitus Canina

La diabetes mellitus (DM) es el trastorno hormonal metabólico más frecuente en perros, y se caracteriza por una hiperglucemia crónica causada por una deficiencia en la producción o efectividad de la insulina. Esta alteración metabólica impide que la glucosa entre adecuadamente en las células, permaneciendo en el torrente sanguíneo y causando serias consecuencias para la salud del animal si no se trata correctamente. Es una condición progresiva que requiere diagnóstico precoz y manejo integral.

Existen distintos tipos de diabetes canina. La diabetes tipo I (insulinodependiente) es la más común en perros, causada por una destrucción autoinmune de las células beta del páncreas, lo que provoca una deficiencia absoluta de insulina. La diabetes tipo II, menos frecuente en perros, se caracteriza por resistencia a la insulina o producción insuficiente de esta hormona. La diabetes mellitus secundaria surge a partir de otras enfermedades, como el hiperadrenocorticismo o la pancreatitis crónica, o como efecto secundario del uso de medicamentos, especialmente glucocorticoides. Por otro lado, la diabetes mellitus gestacional es provocada por las hormonas del embarazo, especialmente la progesterona (Álvares, 2017).

Diversos factores predisponen al desarrollo de la diabetes en perros. Entre los más relevantes están la obesidad, que incrementa la resistencia a la insulina; la edad avanzada (especialmente en perros mayores de siete años); y factores genéticos, que hacen que algunas razas sean más propensas, como el Schnauzer standard y miniatura, Australian terrier, Samoyedo o Fox Terrier. La pancreatitis, el uso prolongado de ciertos medicamentos y el estado reproductivo (como el diestro en perras no esterilizadas) también son factores importantes. De hecho, se ha sugerido que la esterilización temprana en perras hembras puede reducir el riesgo de desarrollar diabetes (Musso, 2014).

Los signos clínicos de la diabetes canina son fáciles de identificar si se conocen sus principales características, conocidas como las “tres P”: poliuria, polidipsia y polifagia. Otros signos clínicos pueden incluir letargo, infecciones recurrentes, opacidad en el cristalino, mal aliento, deterioro del pelaje, heridas de lenta cicatrización, vómitos y episodios convulsivos. Una complicación severa es la cetoacidosis diabética (CAD), una condición potencialmente mortal causada por la acumulación de cetonas y acidez en la sangre cuando el cuerpo descompone grasas como fuente alternativa de energía (Guibar, 2021).

Hiperglucemia postprandial sostenida y riesgo de enfermedades crónicas

La hiperglucemia postprandial sostenida se refiere a un aumento persistente de glucosa en sangre tras las comidas, y constituye más que un simple síntoma: es un factor activo en el desarrollo de enfermedades crónicas. Este estado eleva la

osmolalidad del plasma, provocando signos clínicos como poliuria y polidipsia, y favorece la formación de productos finales de glicación avanzada (AGEs), los cuales dañan progresivamente tejidos vasculares y neuronales. Por esta razón, es fundamental implementar un control glucémico temprano y estricto para evitar complicaciones sistémicas (Aronoff, 2004).

Numerosas condiciones como la diabetes mellitus, el hiperadrenocorticismo, acromegalia, pancreatitis, y el diestro en perras están vinculadas a la hiperglucemia sostenida. Si no se controla adecuadamente, puede desencadenar complicaciones graves como retinopatías, cetoacidosis diabética, neuropatías, daño renal y daño orgánico progresivo, que pueden llevar incluso a convulsiones, coma o la muerte. Un manejo clínico eficaz debe enfocarse en prevenir estas complicaciones a través de intervenciones oportunas y un control riguroso de los niveles de glucosa (Musso et al., 2014).

2.5.2 La dieta en la prevención y el manejo de alteraciones metabólicas

La dieta cumple un papel fundamental tanto en la prevención como en el manejo de la diabetes y otras alteraciones metabólicas en perros. Mantener una condición corporal ideal mediante una alimentación equilibrada y la actividad física regular es clave para reducir el riesgo, especialmente en perros obesos o sedentarios. En el manejo clínico, las estrategias nutricionales buscan estabilizar los niveles de glucosa, mejorar la sensibilidad a la insulina y controlar el peso. El tipo de dieta, su contenido calórico y la distribución de las comidas deben adaptarse a cada caso, considerando si el animal recibe insulina una o dos veces al día (Knapp et al., 2008).

Además, la composición de la dieta influye directamente en la respuesta glucémica postprandial. Ingredientes como fibra dietética, carbohidratos de bajo índice glucémico, proteínas de calidad, y un bajo contenido de grasa son esenciales. También se está explorando el uso de hierbas y suplementos con propiedades hipoglucemiantes. Como los carbohidratos no afectan por igual al organismo, es importante elegirlos basándose en evidencia científica y adaptarlos constantemente según las necesidades particulares de cada perro. La dieta, por tanto, es una

herramienta terapéutica personalizada que requiere monitoreo y ajustes constantes para lograr resultados óptimos.

2.6 Metodología de Evaluación de la Respuesta Glucémica

Un monitoreo preciso de la glucosa es fundamental para diagnosticar, controlar la evolución de enfermedades metabólicas y optimizar los planes terapéuticos (Hewson-Hughes et al., 2011).

2.6.1 Toma de Muestras de Glucosa

La elección del método de toma de muestras de glucosa es un paso que influye directamente en la precisión y fiabilidad de los resultados. Principalmente se utilizan la punción capilar y la venopunción, cada una con sus propias características, ventajas y limitaciones. La elección depende de varios factores críticos, incluyendo el volumen de sangre necesario, el tipo de prueba a realizar, la condición y edad del paciente, y el nivel de precisión requerido (Schermerhorn, 2010).

Punción Capilar

La medición de glucosa en sangre mediante punción capilar es el método más utilizado y accesible en la práctica clínica. Los glucómetros portátiles permiten obtener resultados rápidos con pequeñas muestras de sangre, lo que facilita el monitoreo frecuente durante los estudios de respuesta glucémica, Manteniendo unas características de precisión y exactitud (Parramón, 2004).

La punción capilar permite obtener pequeñas muestras de sangre mediante una punción superficial en zonas como el pabellón auricular y las almohadillas del canino. Es fácil de realizar y permite una recolección rápida y con mínimas molestias si se siguen los cuidados adecuados. El procedimiento incluye una correcta antisepsia, la eliminación de la primera gota de sangre y la aplicación de presión intermitente para facilitar la muestra, evitando el uso de materiales que puedan dañar la piel. A pesar de sus ventajas, la punción capilar tiene limitaciones,

como la obtención de volúmenes pequeños y el riesgo de resultados alterados por contaminación.

Para la determinación de los niveles de glucosa sanguínea, el método de referencia consiste en elaborar curvas glicémicas mediante análisis de laboratorio con reacciones enzimáticas específicas (glucosa oxidasa, hexoquinasa y glucosa deshidrogenasa) que cuantifican la glucosa a través de técnicas espectrofotométricas; no obstante, debido al tiempo que pueden tardar los resultados de laboratorio, en la práctica clínica se suelen utilizar glucómetros portátiles, los cuales permiten obtener lecturas rápidas a partir de una pequeña muestra de sangre obtenida por punción capilar, generalmente en la oreja o en las almohadillas del perro. Estos dispositivos emplean las mismas reacciones enzimáticas para medir la glucosa plasmática, gracias a tiras reactivas que separan los eritrocitos, y han demostrado una alta correlación con el método químico Gold Standard, especialmente los que utilizan glucosa deshidrogenasa ($r=0.94$; $P<0.01$). Si bien existen glucómetros diseñados específicamente para uso veterinario, los dispositivos destinados a humanos son más utilizados en la práctica diaria debido a su mayor disponibilidad y menor costo, a pesar de que se han reportado ligeras discrepancias en comparación con los resultados obtenidos por métodos de laboratorio (González, 2023).

Venopunción

La venopunción es un procedimiento clínico común que consiste en extraer sangre de una vena, generalmente con fines diagnósticos, terapéuticos o para donación. Las venas más utilizadas en perros suelen ser la cefálica, safena y yugular. El procedimiento se realiza siguiendo pasos estandarizados, que incluyen: desinfección del área, colocación de un torniquete, identificación de una vena apropiada, inserción precisa de la aguja en el ángulo adecuado, recolección de la muestra, liberación del torniquete y aplicación de compresión sobre el sitio de punción. Es esencial etiquetar las muestras inmediatamente y asegurar una correcta técnica para evitar errores y complicaciones. Este método más invasivo, pero preciso, permite obtener una mayor cantidad de datos sobre el estado metabólico

del animal, ya que se pueden medir los niveles de glucosa y también otros marcadores metabólicos (Schrot, 2007).

Monitores continuos de glucosa (MCG)

El monitoreo continuo de glucosa (MCG) se basa en el uso de un sensor que mide los niveles de glucosa en el tejido subcutáneo y registra los datos de manera constante en un dispositivo lector. Permite observar las fluctuaciones de glucosa a lo largo del día, aunque su uso es menos común en estudios experimentales con animales, los MCG permiten un seguimiento continuo y en tiempo real de los niveles de glucosa (Zhang et al., 2022).

2.6.2 Curva Glucémica Postprandial

En perros sanos, la ingesta de una comida con alto contenido de glucosa genera una curva glucémica postprandial con un patrón característico. La glucosa en sangre aumenta rápidamente, alcanzando su pico entre los 30 y 60 minutos posteriores a la comida. Posteriormente, los niveles comienzan a descender de forma progresiva, regresando a valores basales aproximadamente 120 minutos después de la ingesta (Priyadarshini & Narayanan, 2023).

En la evaluación dinámica de la respuesta glucémica, es habitual determinar la concentración glucosa en intervalos de tiempo continuos, desde la glucosa basal, tras un ayuno previo de aproximadamente ocho horas, y posteriormente realizar mediciones en intervalos específicos: 30, 60, 90 y 120 minutos después de la ingesta de una cantidad fija de glucosa, esto permite describir el metabolismo de la glucosa en la sangre e identificar posibles alteraciones (Serna et al., 2021).

El análisis de la curva de glucosa es una herramienta esencial en medicina veterinaria, sobre todo para el diagnóstico y manejo de la diabetes mellitus canina. Permite evaluar la efectividad del tratamiento con insulina, ajustar la dosis y frecuencia de administración, y estimar la duración de acción de la insulina utilizada. También ayuda a identificar problemas como la duración insuficiente del

efecto insulínico o fenómenos como el efecto Somogyi, que implica una hiperglucemia de rebote tras un episodio de hipoglucemia inducida por insulina.

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación y características de la investigación

3.1.1 Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Atención Emergente de Fauna Urbana (CAEFU) perteneciente al Municipio de Guaranda, ubicado en la zona del parque industrial, sector Negroyaco.

3.1.2 Situación geográfica y climática

Tabla 2

Datos de la localización de la investigación

Parámetro	**Valor**
Latitud	1°57' S
Longitud	78°99' O
Altitud	2,668 msnm
Temperatura máxima	23°
Temperatura mínima	5°
Temperatura media	13-16°C

3.1.3 Zona de Vida

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida por Leslie Ransselaer Holdrige el sitio experimental correspondió a la formación de montano bajo (m.b).

3.2 Metodología

3.2.1 Material en estudio

- 24 caninos

- 4 Dietas

3.2.2 Factores en estudio

Factor A: Tipo de dieta

a1: Balanceado (Control)

a2: Balanceado + Arroz Integral

a3: Balanceado + Psyllium

a4: Balanceado + Arroz Integral + Psyllium

Factor B: Sexo

b1: Macho

b2: Hembra

3.2.3 Tratamientos

Tabla 3

Tratamientos experimentales

Tratamiento	Código	Niveles	
		A	B
T1	a1b1	Balanceado (Control)	Macho
T2	a1b2	Balanceado (Control)	Hembra
T3	a2b1	Balanceado + Arroz Integral	Macho
T4	a2b2	Balanceado + Arroz Integral	Hembra
T5	a3b1	Balanceado + Psyllium	Macho
T6	a3b2	Balanceado + Psyllium	Hembra
T7	a4b1	Balanceado + Arroz Integral + Psyllium	Macho
T8	a4b2	Balanceado + Arroz Integral + Psyllium	Hembra

Numero de tratamientos	8
Numero de repeticiones	3
Número de animales por unidad experimental	1
Número total unidades experimentales	24

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se aplicó un diseño en arreglo factorial AxB, con 3 repeticiones, donde: El factor A: tipo de dieta, presenta 4 niveles, 1: Balanceado (Control), 2: Balanceado + Arroz Integral, 3: Balanceado + Psyllium y 4: Balanceado + Arroz Integral + Psyllium. El factor B: sexo, presenta 2 niveles: 1: macho y 2: hembra.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \tau\alpha_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\boldsymbol{\mu} = Efecto\ medio\ global$

$\boldsymbol{\alpha_i} = Efecto\ incremental\ sobre\ la\ media\ causado\ por\ el\ nivel\ i\ del\ factor\ A$

$\boldsymbol{\beta_j} = Efecto\ incremental\ sobre\ la\ media\ causado\ por\ el\ nivel\ j\ del\ factor\ B$

$(\boldsymbol{\alpha\beta})_{\boldsymbol{ij}} = Efecto\ incremental\ sobre\ la\ media\ causado\ por\ la\ interacción\ del$

$nivel\ i\ del\ factor\ A\ y\ el\ nivel\ j\ del\ factor\ B$

$\boldsymbol{\varepsilon_{ijk}} =\ El\ término\ del\ error$

3.2.5 Manejo de la investigación

Selección y Acondicionamiento de los Caninos: Se seleccionaron 24 caninos sanos, de razas medianas, con edades entre 1 y 5 años (12 machos y 12 hembras). Se realizó una evaluación veterinaria completa para confirmar su estado de salud. Los caninos pasaron por un período de adaptación de 7 días para acostumbrarse al manejo y a un cambio progresivo a la dieta asignada.

Aplicación de los Tratamientos: Cada canino fue alimentado con la dieta correspondiente a su grupo después de un período de ayuno de al menos 12 horas. La cantidad de alimento administrada fue constante para cada perro, ajustada a su peso. Las dietas fueron administradas por 4 semanas.

Medición de la Glucosa: Se realizaron mediciones de glucosa mediante punción capilar en la parte interna del pabellón auricular utilizando un glucómetro Accu Check Guide en cuatro momentos: antes de la ingesta (tiempo 0), 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos, 120 minutos post ingesta. Esto se repitió dos veces por semana en cada perro.

Análisis Bromatológico de las Dietas: En los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar se realizó el análisis bromatológico de las cuatro dietas experimentales y de las materias primas para determinar su composición nutricional (proteína, grasa, fibra, carbohidratos, humedad, ceniza).

3.2.6 Métodos de evaluación y datos tomados

1. Niveles de glucosa en sangre: Se midieron los niveles de glucosa en sangre (en mg/dL) en cinco momentos: antes de la ingesta (tiempo 0), 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos post ingesta. Para la toma de muestras, se limpió la parte interna del pabellón auricular de cada perro con algodón y alcohol. Se realizó una punción capilar utilizando lancetas desechables. La gota de sangre obtenida se colocó en tiras reactivas Accu Check Guide, y la lectura se realizó con un glucómetro Accu Check Guide (Marca: Roche, Modelo: Guide, País de Procedencia: Alemania). Este procedimiento se repitió en cada uno de los cuatro tiempos de medición para cada canino. Las mediciones se realizaron dos veces por semana a cada perro según los grupos experimentales.

2. Concentración Máxima de Glucosa: identifica el nivel más elevado de glucosa (en mg/dL) en sangre alcanzado después de una comida.

3. Tiempo al pico: se determina el tiempo en minutos donde la medición de glucosa fue mayor en la curva de glucosa postprandial

4. Peso: El peso en kilogramos de cada canino se midió al inicio y al final del período experimental utilizando una balanza digital con una precisión de 0.1 kg.

5. Aceptación del alimento: La aceptación del alimento ofrecido a cada canino se evaluó de forma porcentual en cuanto al alimento ingerido respecto al alimento ofrecido.

6. Consistencia fecal: La consistencia de las heces de cada canino se evaluó utilizando la siguiente escala:

1. Heces duras, secas y fragmentadas (en forma de bolitas o segmentos duros y separados).
2. Heces duras, bien formadas con grietas (forma de tronco, pero con superficie agrietada y seca).
3. Heces firmes y bien formadas (ideal): Forma de tronco, firme pero no dura, fácil de recoger sin dejar residuo.
4. Heces blandas con forma definida, pero sin firmeza (húmedas, conservan algo de forma, pero son pegajosas).
5. Heces blandas sin forma definida o líquidas (pastosas, acuosas o completamente líquidas - diarrea).

3.2.7 Análisis de datos

Se aplicó la estadística descriptiva en el software Excel 2019. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y Prueba de rangos múltiples (LSD) con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en el software Statgraphics 19 – X64.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Composición bromatológica de las dietas experimentales

Tabla 4

Composición bromatológica de las dietas experimentales

Materia prima y mezclas/elemento	Porcentaje (%)						
	Proteína	Ceniza	Humedad	Grasa	Fibra	Carbohidratos	Calorías kcal
Arroz integral	2,96	0,37	69,08	0,16	6,67	20,76	96,32
Psyllium	8,08	2,78	9,70	2,64	27,47	49,33	253,42
Balanceado	17,67	9,97	8,15	8,22	8,62	47,37	334,10
Balanceado + arroz integral	16,40	8,55	15,87	6,84	7,91	44,43	304,86
Balanceado + psyllium	17,17	9,74	8,18	6,81	10,98	47,12	318,43
Balanceado + arroz integral + psyllium	16,44	8,46	13,81	6,78	10,10	44,41	304,40

La tabla 4 indica los valores de la composición bromatológica de las materias primas y de las cuatro dietas experimentales utilizadas en el estudio, incluyendo los porcentajes de proteína, ceniza, humedad, grasa, fibra, carbohidratos y calorías. Entre las materias primas, el Arroz integral se caracteriza por su bajo contenido proteico (2,96%) y graso (0,16%), con una considerable proporción de humedad (69,08%) y carbohidratos (20,76%), ofreciendo un aporte calórico de 96,32 kcal. En este contexto, Mayo Clinic (2022) señala que el arroz integral constituye una fuente energética importante debido a su aporte de carbohidratos complejos. No obstante, su aporte de fibra puede ser reforzado mediante la inclusión de otros

alimentos que favorezcan una mejor salud intestinal. Por otro lado, el Psyllium sobresale por su alto contenido de fibra (27,47%) y carbohidratos (49,33%), lo que se traduce en una densidad calórica de 253,42 kcal, según lo afirman Belorio y Gómez (2020), quienes mencionan su reconocido papel como fibra soluble con capacidad de formar geles, lo cual es beneficioso para el tránsito intestinal. Asimismo, en literatura reciente autores como Geremew, (2024) mencionan que el psyllium, a pesar de su bajo contenido de humedad (9.70%), es una excelente para la regulación digestiva.

El Balanceado, que sirve como materia prima base y como dieta control, esta exhibe un perfil nutricional con mayores porcentajes de proteína (17,67%), grasa (8,22%) y fibra (8,62%), aportando la mayor densidad calórica (334,10 kcal). Esto es consistente con estudios de Rodríguez y Soto (2021), quienes concluyeron que los alimentos balanceados están formulados para proporcionar un perfil nutricional completo y denso en energía.

La dieta control, Balanceado, establece el punto de referencia con su perfil nutricional equilibrado. Cuando se le añade Arroz integral (Balanceado + arroz integral), se observa una ligera disminución en el contenido de proteína (16,40%), grasa (6,84%) y fibra (7,91%), resultando en un aporte calórico de 304,86 kcal. Ferruzzi (2012) señala que al incorporar cereales como el arroz integral en una mezcla, es posible que se reduzca la concentración de ciertos nutrientes; no obstante, esto contribuye a aumentar el volumen total de la dieta, lo cual se ve respaldado por los resultados obtenidos en la presente investigación.

Por otro lado, la inclusión de Psyllium en la dieta (Balanceado + psyllium) se traduce en un incremento notable de la fibra (10,98%) y una ligera variación en los carbohidratos (47,12%), manteniendo una alta densidad calórica (318,43 kcal). Mientras la combinación de las tres materias primas (Balanceado + arroz integral + psyllium) también muestra un alto contenido de fibra (10,10%) y carbohidratos (44,41%), con 304,40 kcal. Geremew, (2024) plantea que incluir psyllium en dietas equilibradas puede favorecer tanto la salud digestiva como la absorción de nutrientes, sin afectar de manera relevante el contenido de proteínas o lípidos.

Aunque se observa una ligera variación en la proteína y grasa, el incremento de fibra es el rasgo más distintivo de estas formulaciones, lo que sugiere un beneficio potencial para la salud intestinal, ralentización el vaciamiento gástrico como ha sido documentado en caninos.

4.1.2. Curvas de glucosa postprandial

Tabla 5

Niveles de glucosa postprandial

Tiempo (min)	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
0	94,75	93,42	96,33	95,58	96,17	94,08	94,92	96,08
30	171,92	172,67	159,25	162,58	141,5	146,5	141,58	142,75
60	155,33	155,17	149,42	151,75	155,17	156,25	147,42	149,50
90	134,25	135,42	134,17	135,25	133,75	135,92	135,33	137,92
120	112,83	114,33	117,58	116,17	108,75	109,83	113,17	115,58

La Tabla 5 presenta los niveles de glucosa en sangre (mg/dL) en caninos sanos a diferentes tiempos postprandiales (0, 30, 60, 90 y 120 minutos) después de consumir cuatro tipos de dietas experimentales. Los tratamientos se designan como T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8, cada uno representando una combinación específica entre tipo de dieta y sexo. La evaluación de estos datos permite analizar las respuestas glucémicas inducidas por cada tratamiento y comparar su impacto sobre la regulación metabólica.

En el tiempo basal (0 minutos), todos los tratamientos muestran valores de glucosa cercanos al rango normal para perros sanos, oscilando entre 93,42 mg/dL (T2) y 96,33 mg/dL (T3). Esto indica que los animales estaban en condiciones similares antes del inicio del estudio.

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, los niveles de glucosa postprandial mostraron dinámicas interesantes en respuesta a los diferentes

tratamientos. Se observó un pico de glucosa a los 30 minutos en varios de los tratamientos, y los valores oscilaron entre 141.5 mg/dL (T5) y 172.67 mg/dL (T2), lo cual es consistente con la absorción inicial de carbohidratos después de una comida. En relación con este tema, Álvarez (2017) indica que los niveles de glucemia posteriores a una comida suelen alcanzar su punto máximo entre los 30 y 60 minutos tras la ingesta, lo cual varía según la composición de la dieta y la rapidez con que se digieren los alimentos.

Sin embargo, los resultados de la investigación realizada muestran que los tratamientos T5, T6, T7 y T8, que contienen una mayor proporción de fibra, exhibieron picos de glucosa postprandial más bajos en comparación con los tratamientos T1 y T2. Los tratamientos T5, T7 y T8 tuvieron los valores más bajos a los 30 minutos (141,5 mg/dL, 141.58 mg/dL y 142.75 mg/dL respectivamente). Pasmans (2022) respalda que la fibra dietética, especialmente la soluble, posee la capacidad de disminuir la velocidad del vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa, favoreciendo así un aumento más gradual de la glucemia postprandial. Posteriormente, entre los 60 y 90 minutos, se evidencia una disminución progresiva de los niveles de glucosa en todos los tratamientos, lo que sugiere una respuesta mediada por la acción de la insulina.

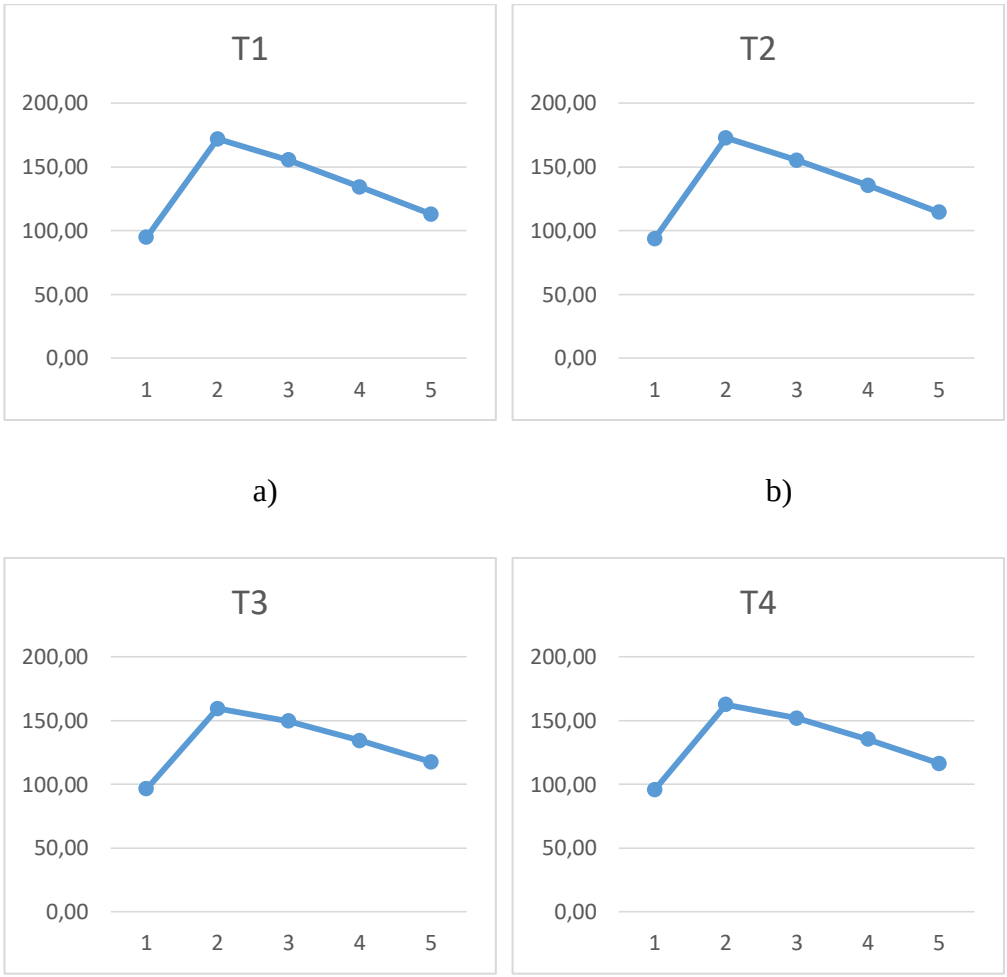
No obstante, los tratamientos T5, T6, T7 y T8 mantuvieron consistentemente valores de glucosa más bajos en comparación con T1 y T2, especialmente a los 60 minutos. A los 60 minutos, T7 y T8 registraron 147.42 mg/dL y 149.50 mg/dL, respectivamente, mientras que T1 y T2 se mantuvieron en 155.33 mg/dL y 155.17 mg/dL. Autores como Geremew, (2024) concluyeron que dietas ricas en fibra soluble son más efectivas en la reducción de la glucemia postprandial y en la mejora de la sensibilidad a la insulina.

De acuerdo con Wolever (2020), la magnitud del descenso de la glucemia después del pico es un indicador importante del índice glucémico de la dieta, donde un descenso más gradual y sostenido es favorable. Los resultados a los 120 minutos reflejan esta tendencia, con T5 (108.75 mg/dL), T6 (109.83 mg/dL) y T7 (113.17 mg/dL) mostrando los valores más bajos, acercándose a los niveles iniciales

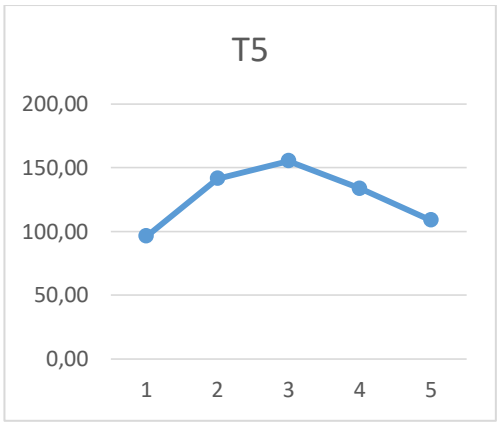
(tiempo 0), lo que sugiere un mejor control glucémico. Según estudios de Ley (2014) la incorporación de componentes dietéticos que modulan la respuesta glucémica postprandial es crucial para la prevención y manejo de trastornos metabólicos. Asimismo, en literatura reciente, autores como Geremew, (2024), mencionan que el psyllium puede ser una estrategia efectiva para mejorar el control glucémico en individuos sanos y diabéticos tipo 2, lo que concuerda con los menores picos y una más rápida normalización observada en los tratamientos que presumiblemente incluyen este ingrediente. El autor Geremew, (2024) propone que el uso de carbohidratos de digestión lenta y fibras viscosas es fundamental para modular la respuesta glucémica.

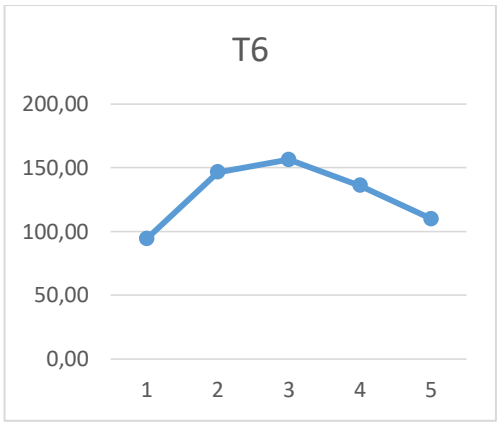
Figura 1

Curvas de glucosa postprandial por tratamientos

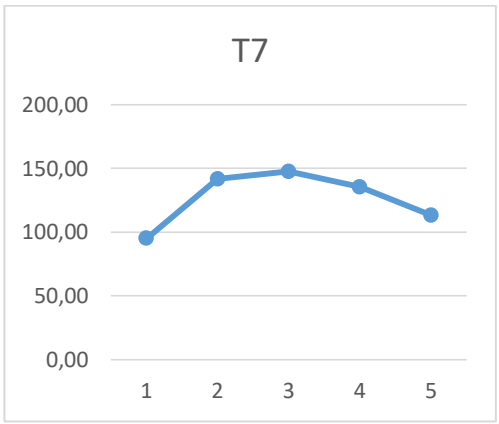


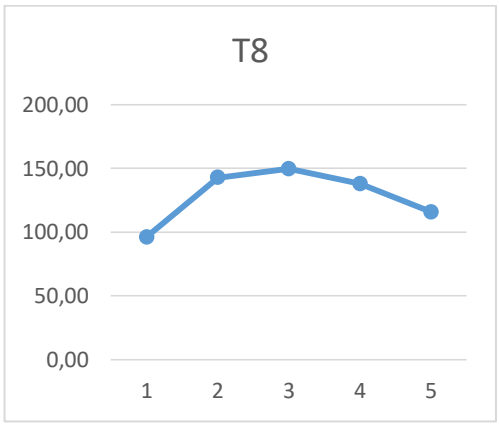
c) d)





e) f)





g) h)

La figura 1 muestra las curvas de respuesta glucémica postprandial en caninos alimentados con las distintas dietas experimentales correspondientes a los tratamientos T1 a T8. La respuesta glucémica muestra un incremento inicial en los niveles de glucosa plasmática, alcanzando un pico entre los 30 y 60 minutos posteriores a la ingesta, seguido de un descenso progresivo hacia los valores basales alrededor de los 120 minutos. Respecto al tema, Wolever et al. (2020) señalaron que este comportamiento es típico de la respuesta glucémica a la ingesta de carbohidratos, donde la magnitud y la duración del pico varían según la composición de la dieta y la capacidad del organismo para metabolizar la glucosa.

Es relevante notar que, aunque todas las curvas siguen un patrón similar, existen diferencias discernibles en la magnitud de los picos y la velocidad de retorno a la normoglucemia. Las curvas asociadas a los tratamientos T1, T2, T3 y T4 posiblemente vinculados a dietas con bajo contenido de fibra o con carbohidratos de absorción rápida presentan picos glucémicos más marcados y elevados en comparación con los tratamientos T5, T6, T7 y T8.

. Tal como lo corrobora Brand-Miller et al. (2009), las dietas con un alto índice glucémico provocan una respuesta glucémica postprandial más aguda y elevada. En nuestro estudio observamos que en las curvas T1 y T2, el pico alcanza valores cercanos a los 170-180 mg/dL, mientras que en T5, T6, T7 y T8, los picos son visiblemente más atenuados, oscilando en un rango inferior.

Luego del pico, todas las curvas muestran una tendencia a disminuir los niveles de glucosa. No obstante, las curvas de los tratamientos T5, T6, T7 y T8, que contienen psyllium, demuestran una meseta más aplanada y un retorno más rápido a niveles de glucosa cercanos a los basales. Silva (2018) concluyó que la inclusión de fibra dietética, en particular la soluble, favorece una liberación más gradual de glucosa hacia el torrente sanguíneo, lo cual se refleja en curvas de glucemia postprandial más atenuadas y con áreas bajo la curva reducidas.

De acuerdo con lo expuesto por Giuntini (2022) un perfil glucémico con picos atenuados y un descenso gradual en los niveles de glucosa indica un mejor control metabólico y podría asociarse con beneficios para la salud a largo plazo.

Las curvas T7 y T8, en particular, parecen exhibir un control glucémico postprandial más eficiente, manteniendo la glucosa en un rango más estrecho después del pico. Según estudios de Rigaud (1998), la incorporación de psyllium en la dieta ha demostrado mejorar significativamente el control glucémico, lo cual se alinea con las observaciones en las curvas de estos tratamientos. Asimismo, Pasmans (2022) indica que la velocidad de digestión y absorción de los carbohidratos, influida en gran medida por la presencia de fibra, es un factor clave en la forma de la curva glucémica postprandial. En la misma línea, Ley (2014)

plantea que la modulación de la respuesta glucémica mediante la dieta constituye una estrategia eficaz para la prevención y el manejo de la diabetes y otras enfermedades metabólicas.

4.1.3. Concentración máxima de glucosa

Tabla 6

Análisis de varianza de Concentración máxima de glucosa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	1810,99000	3	603,66200	290,85	0,0000
Factor B	19,71090	1	19,71090	9,50	0,0071
Interacciones	6,07031	3	2,02344	0,97	0,4290
Residuos	33,20830	16	2,07552		
Total	1869,98000	23			

La tabla 6 descompone la variabilidad de Concentración máxima de glucosa en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Concentración máxima de glucosa con un 95,0% de nivel de confianza.

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el análisis de varianza reveló hallazgos significativos respecto a la influencia de los factores estudiados. Se observa que el Factor A (tipo de dieta) (con un Valor-P de 0.0000) tuvo un efecto altamente significativo sobre la concentración máxima de glucosa. Esto implica que las diferentes dietas experimentales aplicadas generaron variaciones sustanciales en los picos glucémicos alcanzados. Respecto al tema, Giuntini (2022) señala que la composición nutricional de la dieta, particularmente el tipo y la cantidad de carbohidratos y fibra, es un determinante principal de la respuesta glucémica postprandial, lo cual concuerda con la marcada significancia del Factor A.

Los resultados de la investigación realizada también indican que el Factor B (Sexo) (con un Valor-P de 0.0071) tuvo un efecto estadísticamente significativo en la concentración máxima de glucosa, aunque con una magnitud de varianza (Cuadrado

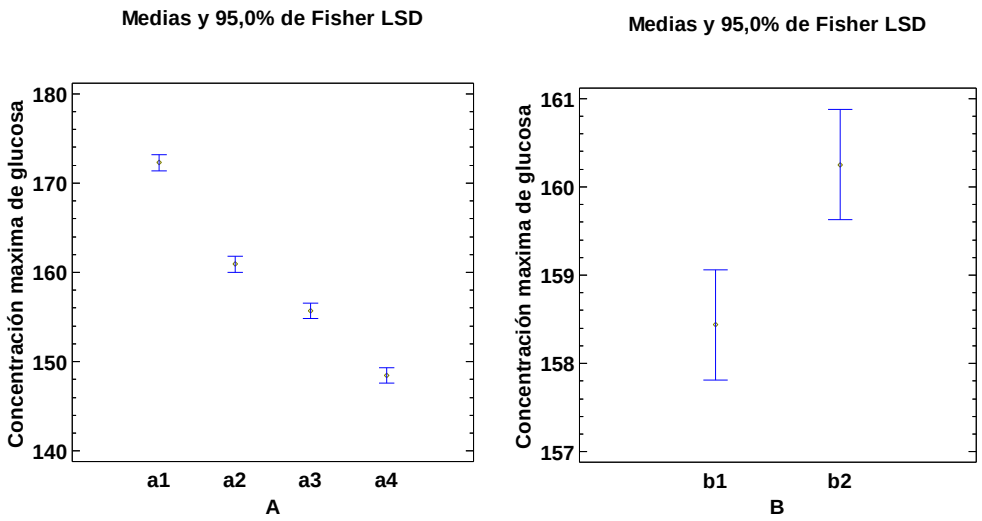
Medio de 19.71090) considerablemente menor en comparación con el Factor A (Cuadrado Medio de 603.66200). Esto sugiere que el sexo de los individuos influyó en los picos de glucosa, pero su impacto fue menos dominante que el de la dieta. Tal como lo corrobora Bazhan (2020) existen diferencias en el metabolismo de la glucosa entre sexos, influenciadas por factores hormonales y de composición corporal, lo que se reflejaría en este efecto significativo del Factor B.

El análisis de varianza mostró que las Interacciones entre la Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B) tuvieron un Valor-P de 0.4290, lo cual es superior al nivel de significancia común (usualmente 0.05). Esto indica que no existe una interacción estadísticamente significativa entre la Dieta y el Sexo en cuanto a su efecto sobre la concentración máxima de glucosa. Es decir, el efecto de cada dieta sobre los picos de glucosa no cambia sustancialmente dependiendo del sexo de los individuos, y viceversa. Según lo señalado por Snedecor & Cochran (1989) la falta de interacción entre factores indica que sus efectos son aditivos y operan de manera independiente entre sí.

Autores como Bazhan (2020) concluyó que, si bien factores individuales como la dieta son cruciales, la interacción con características biológicas como el sexo podría modular las respuestas metabólicas. Sin embargo, en este estudio particular, tal como lo corrobora la Tabla 6, la independencia de los efectos de la dieta y el sexo sobre la concentración máxima de glucosa es evidente. Según estudios de Wolever et al. (2020), la comprensión de los factores dietéticos y biológicos que controlan la respuesta glucémica es fundamental para formular dietas personalizadas y entender las variaciones interindividuales. Asimismo, en literatura reciente, Matabuena (2024) menciona que un análisis detallado de la varianza es esencial para identificar los principales determinantes de la respuesta glucémica, y el autor Brouns et al. (2005) propone que la significancia estadística de factores dietéticos y fisiológicos en el control de la glucemia es un indicio clave para la aplicación práctica en la nutrición y la salud.

Figura 2

Gráfico de medias de Concentración máxima de glucosa



Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el Gráfico de medias de Concentración máxima de glucosa (Figura 2) visualiza los efectos principales del Tipo de Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B), previamente analizados en la Tabla 6. En el gráfico del Factor A, se observa una clara y significativa tendencia decreciente en la concentración máxima de glucosa a medida que la dieta es más compleja y rica en fibra. La dieta a1 (Balanceado Control) presenta la concentración máxima de glucosa más elevada, superando los 170 mg/dL, lo cual era esperable al ser la dieta de control sin adiciones de ingredientes moduladores de la glucemia. Respecto al tema, Brand-Miller et al. (2009) señalaron que las dietas con carbohidratos de rápida absorción, como los que predominan en un alimento balanceado estándar, tienden a provocar picos glucémicos más altos y agudos.

Sin embargo, los resultados de la investigación realizada muestran una disminución con las dietas modificadas. La dieta a2 (Balanceado + Arroz Integral) logra una reducción en la concentración máxima de glucosa, indicando el efecto beneficioso del arroz integral. La dieta a3 (Balanceado + Psyllium) muestra una disminución aún más significativa en el pico glucémico en relación con A1 y A2, lo que resalta la eficacia del psyllium como fuente de fibra soluble. Como lo confirma Rigaud

(1998), el psyllium muestra una notable eficacia en la moderación de la glucemia postprandial, efecto asociado a su capacidad para formar geles viscosos que ralentizan la absorción de glucosa. En concordancia con ello, la dieta A4 (Balanceado + Arroz Integral + Psyllium) registró la concentración máxima de glucosa más baja entre las dietas evaluadas, cercana a los 148 mg/dL. Este resultado sugiere un posible efecto sinérgico o complementario entre el arroz integral y el psyllium en la mejora del control glucémico postprandial. De acuerdo con Rigaud (1998), la combinación de diferentes tipos de fibra o carbohidratos de lenta digestión puede potenciar los beneficios sobre la respuesta glucémica.

Respecto al Factor B (Sexo), el gráfico de medias también ilustra una diferencia significativa, aunque de menor magnitud que el efecto de la dieta. Se observa que las Hembras (b2) presentan una concentración máxima de glucosa media ligeramente superior en comparación con los Machos (b1). Esto ratifica el efecto significativo del sexo en la concentración máxima de glucosa, tal como se corroboró en el análisis de varianza (Tabla 6, Valor-P = 0.0071). Según estudios de Michel (2021), las diferencias en el metabolismo de la glucosa entre sexos son un factor conocido, a menudo atribuido a variaciones hormonales como estrógenos y andrógenos, o diferencias en la composición corporal.

El autor Pasmans (2022) propone que la modulación de los picos de glucosa postprandial mediante la dieta es una piedra angular en la prevención y manejo de enfermedades metabólicas, y los resultados gráficos de este estudio son un claro indicio de la capacidad de las dietas formuladas, especialmente aquellas con psyllium y arroz integral, para lograr este objetivo.

4.1.4. Tiempo al pico

Tabla 7

Análisis de varianza de Tiempo al pico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	5400	3	1800		0,000
Factor B	0	1	0		
Interacciones	0	3	0		
Residuos	0	16	0		
Total	5400	23			

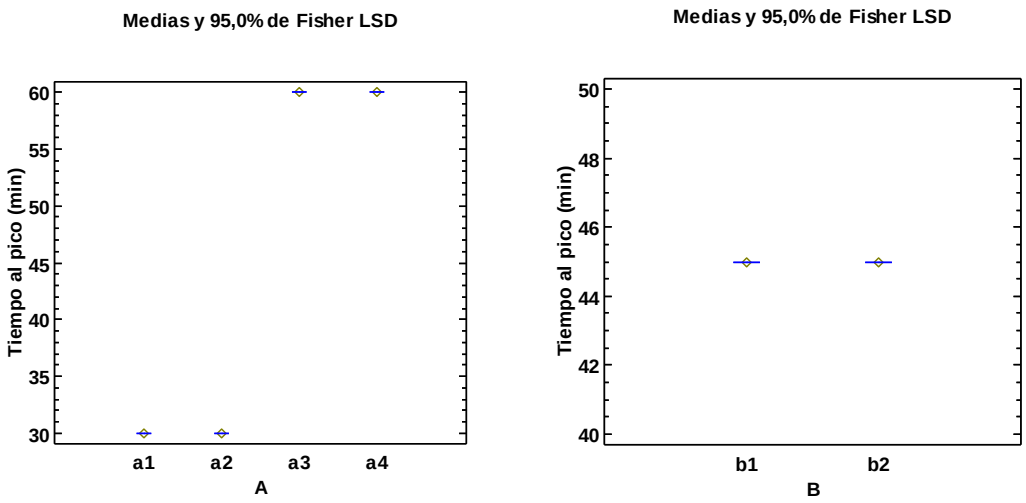
El análisis de varianza (ANOVA) aplicado para evaluar el tiempo al pico de glucosa postprandial evidencia la influencia de los factores experimentales en la cinética glucémica de los caninos. En la Tabla 7, se observa que el Factor A, que representa las cuatro dietas experimentales evaluadas, tiene una suma de cuadrados significativa (5400), un cuadrado medio de 1800 y un valor-p de 0,000. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las dietas en cuanto al tiempo requerido para alcanzar el pico de glucosa en sangre. Por otro lado, el Factor B no muestra variabilidad significativa, lo que sugiere que este factor no contribuye de manera relevante a las diferencias observadas en el tiempo al pico de glucosa. Además, la ausencia de interacciones significativas entre los factores implica que los efectos de cada dieta son independientes al Factor B.

Los hallazgos encontrados concuerdan con lo reportado por Pasmans (2022) donde se demostró que dietas con alto contenido de fibra soluble y bajo índice glucémico promueven una respuesta postprandial más atenuada y un tiempo al pico de glucosa significativamente mayor en caninos sanos. En este sentido, la dieta que presentó el mayor tiempo hasta el pico glucémico en este trabajo podría asociarse con un perfil bromatológico similar al de las dietas basadas en ingredientes complejos y fibrosos, como avena o almidón resistente, tal como se ha descrito en estudios previos sobre cinética metabólica canina. No obstante, estos resultados contrastan parcialmente con los hallazgos de Asaro (2017) que observaron variaciones menores entre dietas comerciales en términos de cinética glucémica, posiblemente

debido a la estandarización de sus formulaciones basadas predominantemente en cereales altamente digeribles. Esta discrepancia podría explicarse por las diferencias en el diseño experimental, particularmente en la selección de ingredientes y en los niveles de fibra total y tipo de carbohidratos empleados

Figura 3

Gráfico de medias de tiempo al pico



Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el gráfico de medias del tiempo al pico (Figura 3) ofrece una representación clave de cómo las distintas dietas y el sexo de los sujetos afectan la rapidez con que se alcanza la concentración máxima de glucosa. En el gráfico del Factor A (Tipo de Dieta), se observa una clara distinción entre los tratamientos. Las dietas a1 (Balanceado Control) y a2 (Balanceado + Arroz Integral) registran un tiempo al pico más breve, a los 30 minutos. Esto sugiere una digestión y absorción de carbohidratos relativamente rápida en estas dietas. Respecto al tema, Wolever et al. (2020) señalaron que los alimentos con un alto índice glucémico o baja fibra tienden a provocar picos de glucemia más tempranos debido a su rápida disponibilidad de glucosa. Sin embargo, los resultados de las dietas a3 (Balanceado + Psyllium) y a4 (Balanceado + Arroz Integral + Psyllium) muestran un comportamiento distinto. Estas dietas muestran un tiempo al pico más extendido, aproximadamente alrededor de los 60 minutos. Este retraso en el tiempo al pico es un indicador de una absorción de glucosa más lenta y sostenida, atribuible al alto contenido de fibra, especialmente

psyllium, como se detalla en la Tabla 4. Tal como lo corrobora Rigaud (1998), el psyllium, al formar un gel viscoso en el intestino, retrasa el vaciamiento gástrico y la difusión de glucosa, prolongando así el tiempo necesario para alcanzar la concentración máxima en sangre.

Respecto al Factor B (Sexo), el gráfico de medias revela que no existen diferencias significativas en el tiempo al pico entre los Machos (b1) y las Hembras (b2). Machos y hembras muestran un tiempo al pico promedio alrededor de los 45 minutos, con intervalos de confianza que se superponen ampliamente. Esto indica que, aunque el sexo pudo afectar la magnitud de la concentración máxima de glucosa (como se observó en la Figura 2), no influye en la velocidad para alcanzar dicho pico. De acuerdo con los autores Snedecor y Cochran (1989), cuando los intervalos de confianza se solapan, se infiere la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias.

Investigadores como Pasmans y Meex (2022) determinaron que el retraso en el tiempo al pico de glucosa constituye un efecto favorable atribuido a las fibras viscosas y a los carbohidratos de digestión lenta, ya que contribuye a una respuesta glucémica más controlada y puede prolongar la saciedad. Tal como lo corrobora la Figura 3, las dietas con psyllium (a3 y a4) logran este efecto de manera destacada.

4.1.5. Peso

Tabla 8

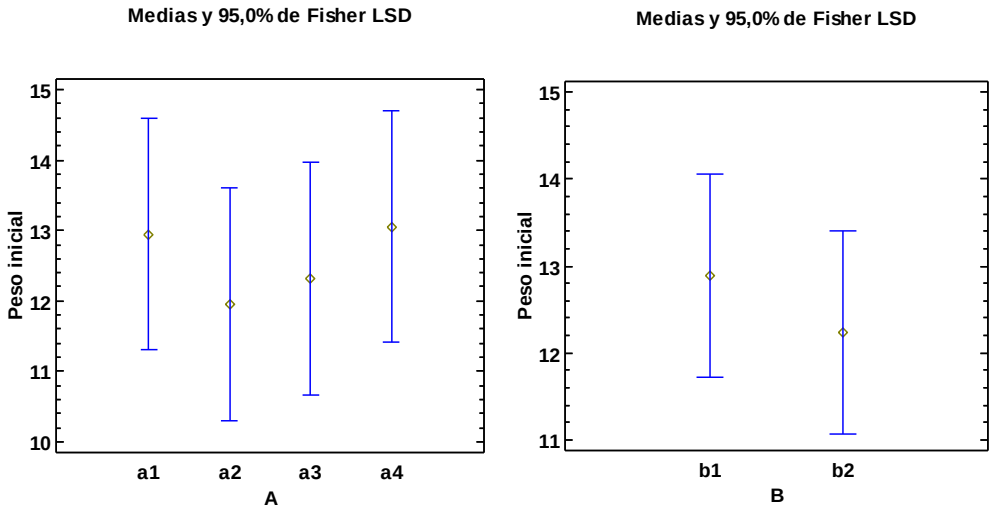
Análisis de varianza de peso inicial

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	4,96911	3	1,65637	0,21	0,8873
Factor B	2,55454	1	2,55454	0,33	0,5763
Interacciones	16,15660	3	5,38554	0,69	0,5735
Residuos	125,58000	16	7,84875		
Total	149,26000	23			

Según los resultados obtenidos, el análisis de varianza para el peso inicial (Tabla 8) muestra que ninguno de los factores evaluados, ni sus interacciones, presentaron un efecto estadísticamente significativo. Se observa que el Factor A (Tipo de Dieta) obtuvo un Valor-P de 0.8873, lo cual es considerablemente superior al nivel de significancia común (usualmente 0.05). Esto indica que no hubo diferencias significativas en el peso inicial de los animales entre los distintos grupos de dieta. Respecto al tema, Montgomery (2017) señaló que, es deseable que las variables iniciales como el peso no presenten diferencias significativas entre los grupos experimentales, esto garantiza que cualquier efecto observado en etapas posteriores pueda atribuirse a los tratamientos aplicados y no a diferencias previas entre los sujetos. Los resultados de la investigación realizada también muestran que el Factor B (Sexo) obtuvo un Valor-P de 0.5763, lo que igualmente indica una ausencia de efecto estadísticamente significativo en el peso inicial entre machos y hembras. Esto sugiere que, al inicio del experimento, ambos sexos presentaban pesos iniciales comparables. Tal como lo corrobora Snedecor y Cochran (1989), un alto Valor-P para un factor significa que las diferencias observadas entre sus niveles son probablemente debidas al azar, no a un efecto real del factor. Asimismo, el análisis de varianza indicó que la interacción entre el Tipo de Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B) presentó un valor-P de 0.5735. Este valor, al ser también superior al nivel de significancia, indica que no existe una interacción estadísticamente significativa entre la dieta y el sexo con respecto al peso inicial. Según estudios de Kutner et al. (2005), la aleatorización adecuada y el control de las variables iniciales son prácticas esenciales que garantizan la comparabilidad de los grupos y la fiabilidad de los resultados.

Figura 4

Gráfico de medias de Peso inicial



El Gráfico de medias de Peso inicial (Figura 4) visualiza las medias y los intervalos de confianza del 95% para los factores Tipo de Dieta (Factor A) y Sexo (Factor B) en relación con el peso inicial de los animales. En el gráfico del Factor A, se observa que las medias de peso inicial para todas las dietas (a1, a2, a3, y a4) se encuentran muy cercanas entre sí, oscilando aproximadamente entre 12 y 12.5 kg. Más importante aún, los intervalos de confianza del 95% para cada una de las dietas se superponen extensamente. Respecto al tema, Montgomery (2017) señaló que la superposición de los intervalos de confianza es un indicio visual de que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos, lo cual es un resultado consistente con el análisis de varianza (Tabla 7, Valor-P para el Factor A = 0.8873).

Los resultados de la investigación realizada, al analizar el Factor B (Sexo), también revelan una situación similar. Las medias del peso inicial para los grupos b1 (machos) y b2 (hembras) son prácticamente iguales, y sus intervalos de confianza al 95% muestran una superposición considerable. Esto confirma que no existen diferencias significativas en el peso inicial entre machos y hembras antes de aplicar los tratamientos.

Tabla 9

Análisis de varianza de Peso final

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	5,4539	3	1,81797	0,22	0,8805
Factor B	2,6136	1	2,6136	0,32	0,5809
Interacción	17,0389	3	5,67963	0,69	0,5712
Residuos	131,675	16	8,22971		
Total	156,782	23			

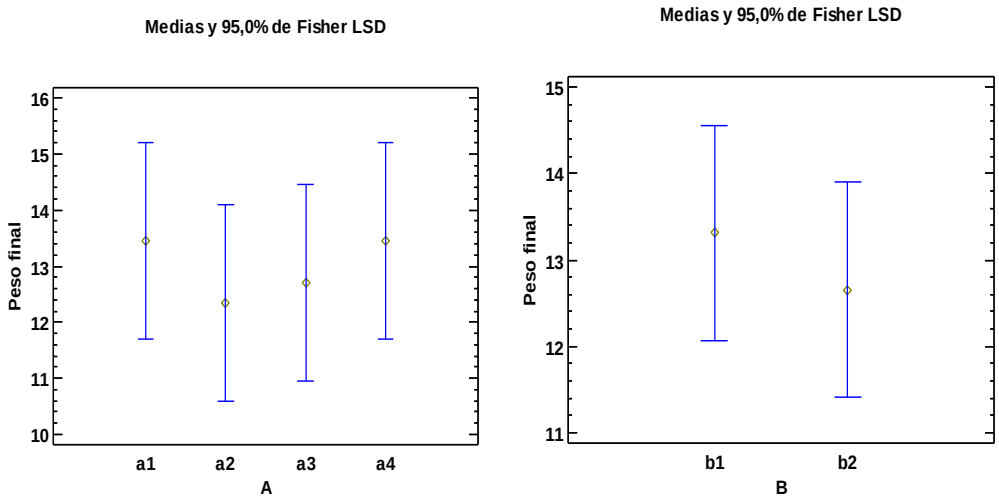
La Tabla 9 presenta el análisis de varianza para el peso final, mostrando que, al igual que en el peso inicial, ninguno de los factores analizados ni sus interacciones tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el peso final de los caninos. Se observa que el Factor A (Tipo de Dieta) obtuvo un Valor-P de 0.8805, lo cual es considerablemente superior al nivel de significancia común (usualmente 0.05). Esto indica que las diferentes dietas experimentales aplicadas no produjeron diferencias significativas en el peso final de los animales. Respecto al tema, Montgomery (2017) señaló que, en estudios nutricionales, si una intervención dietética no tiene un impacto significativo en una variable de crecimiento como el peso final, es importante considerar si la duración del estudio fue suficiente o si las variaciones en la composición de las dietas fueron lo bastante pronunciadas para inducir un cambio. De igual forma, los resultados de la investigación realizada también muestran que el Factor B (Sexo) obtuvo un Valor-P de 0.5809, lo que igualmente indica una ausencia de efecto estadísticamente significativo en el peso final entre machos y hembras. Esto sugiere que, al finalizar el experimento, ambos sexos mantenían pesos finales comparables sin diferencias atribuibles al sexo en sí. Como señalan Snedecor y Cochran (1989), un valor-P elevado para un factor fortalece la hipótesis nula, indicando que no existe un efecto significativo de dicho factor sobre la variable de respuesta. El análisis de varianza mostró que las Interacciones entre el Tipo de Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B) tuvieron un Valor-P de 0.5712. Este valor, al ser también superior al nivel de significancia, indica que no existe una

interacción estadísticamente significativa entre la dieta y el sexo con respecto al peso final.

Autores como Gamba (2005) sugieren que la falta de un efecto significativo en variables de crecimiento como el peso final, cuando se utilizan diferentes formulaciones dietéticas, puede indicar que las dietas fueron isocalóricas e isonitrogenadas, o que las variaciones introducidas no fueron suficientes para impactar el balance energético a largo plazo. En este estudio, tal como lo corrobora la tabla, la no significancia en el peso final sugiere que las dietas experimentales mantuvieron un estado nutricional que no alteró significativamente el peso corporal en comparación con el control, ni se observaron diferencias por sexo.

Figura 5

Gráfico de medias de Peso final



Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el Gráfico de medias de peso final (Figura 5) presenta las medias y los intervalos de confianza del 95% para el peso final de los animales, diferenciados por el Tipo de Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B). En el gráfico correspondiente al Factor A, se observa que las medias de peso final para todas las dietas se encuentran en un rango similar, entre 13 y 13,5 kg. Al observar el Factor B (Sexo), también reflejan una situación similar a la del Factor A. Las medias de peso final para b1 (Macho) y b2 (Hembra) son muy

cercanas entre sí, y sus respectivos intervalos de confianza del 95% se solapan considerablemente.

La Figura corrobora visualmente que las dietas experimentales, si bien tuvieron un impacto significativo en la glucemia postprandial (como se vio en Figuras 1 y 2), no influyeron de manera significativa en el peso final de los animales, ni hubo un efecto diferenciado por sexo en esta variable. Autores como Kutner et al. (2005) concluyeron que la ausencia de significancia en el peso final, cuando no era el objetivo primario de la intervención nutricional (como en un estudio centrado en la glucemia), puede indicar que las dietas fueron formuladas para ser nutricionalmente adecuadas en términos de energía y proteína para el mantenimiento del peso.

La consistencia en el peso final entre los grupos experimental y control es un indicador clave de que las dietas fueron nutricionalmente adecuadas y que las variaciones en la composición bromatológica no generaron desequilibrios energéticos que pudieran enmascarar los efectos específicos sobre la glucemia.

4.1.6. Aceptación

Tabla 10

Análisis de varianza de Aceptación

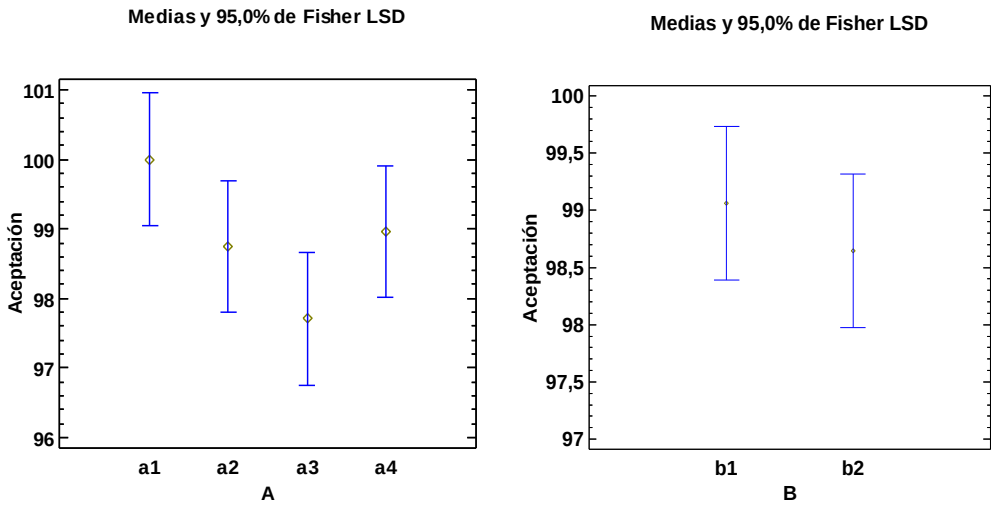
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	15,88540	3	5,29514	2,2	0,1280
Factor B	1,04167	1	1,04167	0,43	0,5201
Interacciones	0,52083	3	0,17361	0,07	0,9741
Residuos	38,54170	16	2,40885		
Total	55,98960	23			

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el análisis de varianza para Aceptación, en la tabla 10, revela que ninguno de los factores estudiados, ni sus interacciones, tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la aceptación de la dieta o el sexo por parte de los individuos, ni en sus interacciones. Respecto al tema, un estudio de Aldrich (2015) en nutrición animal señaló que, a

menudo, las modificaciones dietéticas, incluso aquellas que alteran la textura o el sabor (como la adición de fibra), no siempre resultan en cambios significativos en la palatabilidad o el consumo cuando los animales no tienen opciones, o si las diferencias son sutiles. En este estudio, tal como lo corrobora la tabla, la falta de significancia en la aceptación sugiere que las modificaciones en las dietas no comprometieron su palatabilidad hasta el punto de afectar el consumo. Autores como Ladirat (2023) mencionan que el mantenimiento de una alta aceptación de la dieta es importante estudios nutricionales a largo plazo, y el presente análisis sugiere que las formulaciones de dietas, a pesar de sus variaciones, fueron bien toleradas por los animales.

Figura 6

Gráfico de medias de Aceptación



Con base en los resultados obtenidos, el gráfico de medias de aceptación (Figura 6) muestra los valores promedio y los intervalos de confianza del 95% correspondientes al nivel de aceptación de la dieta, diferenciados por el Tipo de Dieta (Factor A) y el Sexo (Factor B). En el gráfico correspondiente al Factor A, se observa que las medias de la variable aceptación para todas las dietas (a1, a2, a3, y a4) se agrupan en un rango estrecho, entre 97% y 100%. Los intervalos de confianza del 95% para cada una de las dietas se superponen extensamente. Al analizar el Factor B (Sexo), también se observa una ausencia de diferencias significativas.

Respecto al tema, Montgomery (2017) señaló que la superposición considerable de los intervalos de confianza es un indicio visual fuerte de que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos de tratamiento, lo cual es coherente con el análisis de varianza. De acuerdo con los autores Festing (2022), en estudios donde el comportamiento de ingesta es una variable crucial, la homogeneidad en la aceptación entre grupos asegura que cualquier diferencia observada en las variables fisiológicas o metabólicas no sea un artefacto de variaciones en el consumo.

4.1.7. Consistencia fecal

Tabla 11

Análisis de varianza de Consistencia fecal

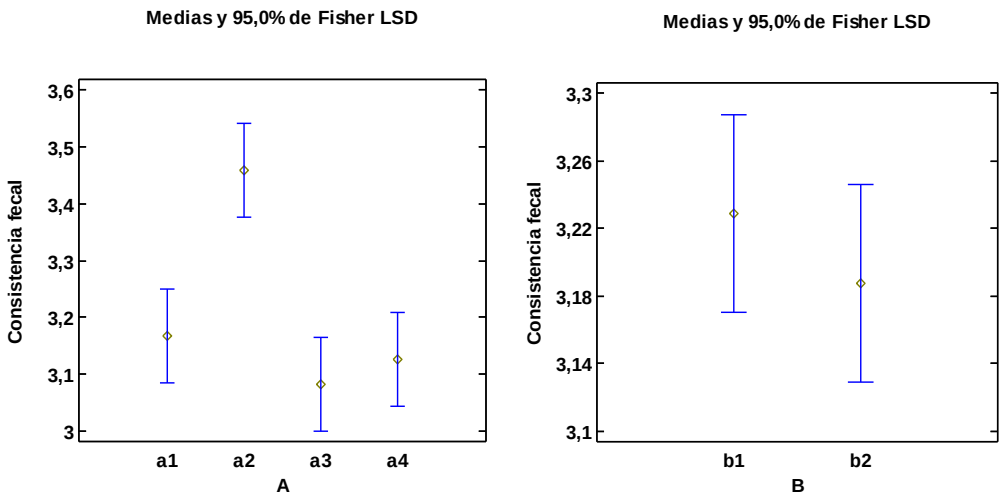
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,520833	3	0,173611	9,52	0,0008
Factor B	0,010417	1	0,010417	0,57	0,4607
Interacciones	0,010417	3	0,003472	0,19	0,9013
Residuos	0,291667	16	0,018229		
Total	0,833333	23			

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas, el análisis de varianza para Consistencia fecal (Tabla 11) reveló hallazgos significativos, principalmente en relación con el tipo de dieta. Se observa que el Factor A (Tipo de Dieta) obtuvo un Valor-P de 0.0008, lo cual es altamente significativo (inferior a 0.05). Esto implica que las diferentes dietas experimentales aplicadas tuvieron un impacto sustancial y estadísticamente diferente en la consistencia fecal de los individuos. El Cuadrado Medio de 0.173611 para el Factor A es mayor que el de los otros factores, lo que subraya su influencia. Respecto al tema, los estudios de Sunvold et al. (1995) y el de Fahey et al. (1990), señalaron que la consistencia fecal es un indicador directo de la salud gastrointestinal y que el tipo y la cantidad de fibra dietética son los principales moduladores de esta variable. Esta relevancia se relaciona con la

incorporación de ingredientes como el arroz integral y el psyllium, reconocidos por su capacidad para formar geles y promover un mayor volumen fecal. Los resultados de la investigación también muestran que el Factor B (Sexo) obtuvo un Valor-P de 0.4607, lo que indica una ausencia de efecto estadísticamente significativo del sexo sobre la consistencia fecal. De igual forma, las interacciones entre la dieta y el sexo no mostraron significancia estadística en relación con la consistencia fecal. De acuerdo con los autores Ruxton y Colegrave (2017), la ausencia de interacciones permite una interpretación más sencilla de los efectos principales, confirmando que la dieta ejerce su influencia sobre la consistencia fecal de manera independiente al sexo. Autores como Mondo (2019) concluyeron que una consistencia fecal adecuada es un signo de una buena digestión y absorción de nutrientes, y que desviaciones pueden indicar problemas gastrointestinales.

Figura 7

Gráfico de medias de Consistencia fecal



Según los resultados obtenidos, el gráfico de medias de consistencia fecal (Figura 7) evidencia de forma clara un efecto significativo del Tipo de Dieta (Factor A) sobre la consistencia fecal, lo cual es consistente con los hallazgos del análisis de varianza (Tabla 11, Valor-P para Factor A = 0.0008). La consistencia fecal fue evaluada mediante una escala en la que 1 indica heces duras y secas, 3 corresponde a heces firmes e ideales, y 5 representa heces líquidas.

En el gráfico del Factor A, se observa que la dieta a1 (Balanceado Control) presenta una consistencia fecal cercana a 3.1, con un intervalo de confianza que se superpone con a3 y a4, pero se diferencia visualmente de a2. La dieta a2 (Balanceado + Arroz Integral) muestra la consistencia fecal más alta, aproximándose a 3.4-3.5, y sus intervalos de confianza no se superponen con las dietas a1, a3 y a4, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Un valor más alto como este sugiere que las heces de los caninos alimentados con la dieta a2 eran más cercanas a "heces blandas con forma definida, pero sin firmeza" (escala 4), lo que podría explicarse por la adición de arroz integral que podría influir en la retención de agua y la formación del bolo fecal de una manera que las hace menos firmes que el ideal 3. Tal como lo corrobora un estudio de Fahey et al. (1990), el tipo y procesamiento de los ingredientes fibrosos pueden influir de manera compleja en la consistencia fecal.

Por otro lado, las dietas a3 (Balanceado + Psyllium) y a4 (Balanceado + Arroz Integral + Psyllium) muestran una consistencia fecal más baja y agrupada, alrededor de 3.1-3.2. Sus intervalos de confianza se superponen entre sí y con a1, pero no con a2. Estos valores cercanos a 3 indican que las heces se acercan al ideal de heces firmes y bien formadas. Esto es consistente con la acción del psyllium, que, aunque es una fibra, es conocido por su alta capacidad de retención de agua y formación de gel, lo que contribuye a la formación de un bolo fecal más cohesivo y con la consistencia ideal.

Respecto al Factor B (Sexo), el gráfico de medias para la consistencia fecal no revela diferencias significativas entre b1 (Macho) y b2 (Hembra). De acuerdo con Mondo (2019) una consistencia fecal adecuada es un indicador importante de la salud digestiva y del bienestar del animal. El gráfico de la Figura 8 ilustra claramente que, si bien el sexo no influyó, el tipo de dieta sí tuvo un impacto pronunciado en la consistencia fecal, Se destaca el efecto de las dietas suplementadas con psyllium (a3 y a4) en alcanzar una consistencia fecal ideal, mientras que la dieta con arroz integral (a2) generó heces ligeramente más blandas.

4.2.Comprobación de la hipótesis

Conforme a los resultados y análisis estadístico realizado con las pruebas de Fisher y LSD al 95 % de confianza, se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que sí existen diferencias significativas en los niveles de glucosa postprandial en caninos sanos alimentados con las cuatro dietas.

Estas diferencias se manifestaron en perfiles de glucosa postprandial distintos, con las dietas que contenían Psyllium induciendo una modulación más favorable de la glucosa.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias significativas en la actividad glucémica postprandial de caninos sanos alimentados con las cuatro dietas experimentales.
- Se determinó la composición bromatológica de cada una de las dietas experimentales, mostrando variaciones en el contenido de fibra y proteína. Las dietas con Psyllium (a3 y a4) presentaron un contenido de fibra mayor.
- Las dietas que incluyeron Psyllium (correspondientes a los niveles a3 y a4 del Factor A) demostraron una superioridad en la modulación de la respuesta glucémica.
- Los caninos alimentados con las dietas a1 (Balanceado) y a2 (Balanceado + Arroz Integral), representadas por los tratamientos T1 a T4, alcanzaron su máxima concentración de glucosa a los 30 minutos post-ingesta.
- Los caninos que consumieron las dietas a3 (Balanceado + Psyllium) y a4 (Balanceado + Arroz Integral + Psyllium), representadas por los tratamientos T5 a T8, alcanzaron su máxima concentración de glucosa a los 60 minutos post-ingesta.
- Como hallazgo no esperado pero relevante, se observó un mejoramiento en la consistencia fecal en los grupos alimentados con las dietas a3 y a4. Esto es un indicativo de una mejor salud digestiva y una absorción de nutrientes más eficiente debido a la acción de la fibra.
- No se encontró una diferencia significativa en la variabilidad del peso corporal ganado entre los diferentes grupos de tratamiento al final del estudio.
- El sexo de los caninos influyó significativamente en la concentración máxima de glucosa, con los machos mostrando una mejor respuesta.
- El tratamiento T7 (Balanceado + Arroz Integral + Psyllium - Macho) demostró la regulación glucémica más favorable, con la menor concentración máxima de glucosa (147.42 mg/dL) y un tiempo al pico retardado (a los 60 minutos).

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios subsiguientes en poblaciones caninas con condiciones metabólicas preexistentes, como sobrepeso, obesidad o diabetes controlada, para validar la eficacia de estas dietas como parte de un plan de manejo terapéutico.
- Realizar un análisis costo beneficio, considerando la conversión alimenticia sobre las formulaciones industrializadas entre las dos fórmulas con mejores resultados de regulación glucémica.
- Realizar estudios comparativos que busquen la causa de las diferencias en la respuesta metabólica de hembras y machos, ya que si bien no es representativa en este ensayo sí se encontraron diferencias entre ellos.
- Se sugiere realizar estudios de seguimiento a más largo plazo para evaluar los efectos crónicos de las dietas enriquecidas con Psyllium. Esto permitiría determinar si la modulación glucémica observada se mantiene en el tiempo y si existen beneficios adicionales relacionados con el peso corporal, la composición corporal, el perfil lipídico o la salud intestinal general, así como identificar cualquier efecto adverso a largo plazo.
- Se sugiere investigar y caracterizar ingredientes funcionales autóctonos de Ecuador con propiedades similares al Psyllium. Esto permitiría desarrollar dietas caninas más sostenibles y económicamente viables, impulsando la producción local y reduciendo la dependencia de insumos importados.

BIBLIOGRAFÍA

Alberts, B. A. (2002). Biología molecular de la célula. (4. edición, Ed.) *National Library of Medicine*. Obtenido de Biología molecular de la célula , 4ª edición: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/

Aldrich, G., & Koppel, K. (2015). Evaluación de la palatabilidad de los alimentos para mascotas: una revisión de las técnicas de ensayo estándar e interpretación de los resultados con un enfoque principal en las limitaciones. *national library medicine*. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4494336/

Álvarez-Linares, B., Ramos, F. Á., & Briones, S. L. (2017). *Diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus en perros.* Mexico: Scielo.

Aronoff, S. L. (2004). Metabolismo y regulación de la glucosa: más allá de la insulina y el glucagón Gratis. *American Diabetes Association*.

Asaro, N. M. (2017). *La digestibilidad es similar entre las dietas comerciales que proporcionan ingredientes con diferentes respuestas glucémicas percibidas y la inexactitud de utilizar el cálculo de Atwater modificado para calcular la energía metabolizable.*

Bazhan, N., & AD Dubinina, E. M. (2020). *Influencia del sexo en la adaptación de ratones adultos al consumo prolongado de una dieta agridulce.*

Behrend, E., Holford, A., Lathan, P., Schulman, R., & Rucinsky, R. (2018). VETERINARY PRACTICE GUIDELINES. *2018 AAHA Diabetes Management Guidelines for,* https://www.aaha.org/wp-content/uploads/globalassets/02-guidelines/diabetes/2018-aaha-diabetes-management-guidelines-2022-update.pdf.

Belorio, M. (2020). Psyllium: un ingrediente funcional útil en los sistemas alimentarios. *semantic scholar*. Obtenido de https://www.semanticscholar.org/paper/Psyllium%3A-a-useful-functional-

ingredient-in-food-Belorio-G%C3%B3mez/32781bbcf1cc2d8e1c2a445880713a26f698e938

Bezerra, M. A., & Cohen, D. E. (2018). *National Library of Medicine*. Obtenido de National Library of Medicne : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29357123/

Brand-Miller, J., Hayne, S., Petocz, P., & Colagiuri, S. (agosto de 2003). Dietas de bajo índice glucémico en el tratamiento de la diabetes: un metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados. *National Library of Medicine*. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12882846/

Brouns, F., Björck, Y., Frayn, K., Gibbs, A., Lang, V., Slama, G., & Wolever, T. (junio de 2005). Metodología del índice glucémico. *Nacional Labrary of medicine*.

Buishand, F. (07 de 2019). *Manual de MSD*. Obtenido de Manual de MSD: https://www.msdvetmanual.com/es/sistema-endocrino/el-p%C3%A1ncreas/diabetes-mellitus-en-perros-y-gatos

Clemente-Suárez, V. J.-A.-R.-C.-F.-A. (2022). The Burden of Carbohydrates in Health and Disease. *Nutrients, 14*(18).

Clinic, M. (20 de 08 de 2022). *MayoClinic*. Obtenido de MayoClinic: https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/hyperglycemia/symptoms-causes/syc-20373631

Dimitriadi, G. D., Maratou, E., Kountouri, A., María, J. d., & Lambadiari, V. (2021). Regulación del metabolismo de la glucosa posabsortiva y posprandial por mecanismos dependientes e independientes de la insulina: un enfoque integrador. *National Library of Medicine* . doi:10.3390/nu13010159

Ettinger, S. J., Feldman, E. C., & Etienne, C. (2021). *Tratado de Medicina Interna Veterinaria* (8 ed., Vol. 2). EDRA.

Fahey, G., & NR Merchen, J. C. (1990). Fibra dietética para perros: I. Efectos de los niveles graduados de pulpa de remolacha en la dieta sobre la ingesta de nutrientes, la digestibilidad, la energía metabolizable y el tiempo medio de retención de la digesta. *National Library Medicine*. doi:10.2527/1990.68124221x.

Ferruzzi, M., & Peterson DG, S. R. (1 de Noviembre de 2012). Nutritional translation blended with food science: 21st century applications. *Adv Nutr*, 3(6):813-9. doi:10.3945/an.112.003202

Festing, M. F., & Altman, D. G. (septiembre de 2022). Directrices para el diseño y análisis estadístico de experimentos con animales de laboratorio. *National Library Medicine*. doi:10.1093/ilar.43.4.244.

Gamba, C. (2005). *Estado metabólico en ratas en crecimiento alimentadas con dietas isocalóricas con una mayor relación carbohidratos-grasas.*

Geremew, M., Teferi, D., Asemu, A. M., & Tesfa, M. (octubre de 2024). Reseña sobre la cáscara de psyllium: beneficios nutricionales, funcionales y para la salud, aplicaciones en la industria alimentaria, tratamiento de residuos y posibles efectos negativos. *ResearchGate*. doi:10.1080/19476337.2024.2409174

Gholami, Z., Clark, C. C., & Zamzam., P. d. (6 de Junio de 2024). El efecto del psyllium sobre el azúcar en sangre en ayunas, la HbA1c, el HOMA IR y el control de la insulina: una revisión sistemática evaluada por GRADE y un metanálisis de ensayos controlados aleatorios. *National Library of Medicine*. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38844885/

Giuntini, E. B., Sardá, F. A., & Menezes, E. W. (11 de Diciembre de 2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *National Library of Medicine*, 11(23):3934. doi: 10.3390/foods11233934

González, C. C. (2023). Valoración de la glicemia por tres métodos diferentes : espectrofotometría, glucómetro veterinario y humano, en caninos diabéticos y no diabéticos del Hospital de Pequeños Animales. *AGRIS - Sistema Internacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas*. Obtenido de https://agris.fao.org/search/en/providers/124543/records/670535c9b1dfe472e1460271

Guibar, C. M., Lopez, J. G., & Ríos, E. d. (09 de enero de 2021). Diabetes mellitus tipo 3c secundaria a pancreatitis crónica: reporte de un caso. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2021000100011

Guidi, D., & Colangeli, R. (2017). Nutrición y dietética del perro y el gato. Guía para el veterinario. *edra*.

Haney, M. (10 de 11 de 2021). ¿Qué es el nivel de azúcar en sangre posprandial y por qué es importante? *Levels*. Obtenido de https://www.levels.com/blog/what-is-postprandial-blood-sugar-and-why-does-it-matter

Herman, M. A., & Kahn, B. B. (07 de 2006). *Transporte y detección de glucosa en el mantenimiento de la homeostasis de la glucosa y la armonía metabólica*. doi:10.1172/JCI29027

Hermann, J. (abril de 2021). Carbohydrates in the Diet. *Oklahoma Cooperative Extension Service*. Obtenido de https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/t/carbohydrates-in-the-diet-t-3117.pdf

Hewson-Hughes, A. K., Gilham, M. S., Upton, S., Colyer, A., Butterwick, R., & Miller, A. T. (octubre de 2011). Perfiles de glucosa e insulina posprandiales después de una comida rica en glucosa en gatos y perros. *National Library of Medicine*. doi:10.1017/S0007114511000857

Holst, J. J. (2016). Funciones del intestino en la homeostasis de la glucosa. *National Library of medicine*. doi:10.2337/dc16-0351

Jones, B., & T Tan, S. B. (31 de enero de 2012). El glucagón en el estrés y la homeostasis energética. *National library of medicine*. doi:10.1210/en.2011-1979

Kayser, E., Finet, S. E., & Godoy, M. R. (3 de junio de 2024). El papel de los carbohidratos en la nutrición canina y felina. *Animal Frontier, 14*(3), 28-37. Obtenido de https://academic.oup.com/af/article/14/3/28/7696637

Knapp, B. K., Parsons, C. M., Swanson, K. S., & G. C. (10 de septiembre de 2008). Respuestas fisiológicas a nuevos carbohidratos evaluadas mediante modelos caninos y aviares. *National Library of Medicine*. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18707118/

Kutner, M., Nachtsheim, C., & Neter, J. (2005). *Modelos estadísticos lineales aplicados.* (2. McGraw-Hill Irwin, Ed.) 5, ilustrada.

Ladirat, S. (17 de enero de 2023). Comportamiento alimentario: comprender la ciencia detrás de la palatabilidad del alimento. Obtenido de https://www.feedandadditive.com/feeding-behaviour-understanding-the-science-behind-feed-palatability/

Lee, J. (16 de 05 de 2020). *VetGirl*. Obtenido de VetGirl: https://vetgirlontherun.com/es/all-about-the-blood-glucose-in-veterinary-medicine-vetgirl-veterinary-continuing-education-blog/

Ley, S., & Hamdy O, M. V. (7 de Junio de 2014). Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. *Lancet*. doi:10.1016/S0140-6736(14)60613-9

Luna, P. P., & Gallardo, G. L. (22 de 05 de 2007). *SCIELO*. Obtenido de SCIELO: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500002

Matabuena, M., Sartini, J., & Gude, F. (2024). *Modelado de análisis de datos funcionales multinivel de la respuesta de la glucosa humana a la ingesta de alimentos.* Cornell.

MATUTE G, L. (s.f.).

Matute G, L., San Martin H, F., & Arbaiza F, T. y. (2003). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. *Scielo*, 13-17.

Mavroeidi, I., Aspasia, M., Asimakopoulou, A., Syrigos, A., Paschou, S. A., Vlachaki, E., . . . Melpomeni, P. (2022). El papel del índice glucémico y la carga glucémica en el abordaje dietético de la diabetes mellitus gestacional. *National Library of Medicine* .

MayoClinic. (25 de octubre de 2022). ¿Qué es la resistencia a la insulina? Explicación de un experto de Mayo Clinic. *MayoClinic*. Obtenido de https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/obesity/multimedia/vid-20536756

MayoClinic. (10 de diciembre de 2022). Cereales integrales: opciones saludables para una alimentación saludable. *Mayo Clinic*. Obtenido de https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/whole-grains/art-20047826

Monroy Gamboa, A. G., & Castañeda, S. T. (08 de 06 de 2022). El viaje del bolo alimenticio. *Agencia Iberoamericana para la difución de ciencia y tecnología*. Obtenido de https://www.dicyt.com/noticias/el-viaje-del-bolo-alimenticio

Montgomery, D. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9 ed.). (J. W. Sons, Ed.) New York: Arisona State University.

Murphy, K. (3 de marzo de 2019). ¿Pueden comer arroz integral los perros? *Hill´s*.

Musso, C., Litwak, L., & Sinay, s. (2014). Importancia del manejo de la glucosa postprandial en la diabetes tipo 2. tratamiento Y nuevas terapeuticas.

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes Vol. 48 Nº 1 Marzo de 2014, 48, 11-21. Obtenido de https://revistasad.com/index.php/diabetes/article/view/228/203

NIH. (22 de mayo de 2022). Síndrome metabólico: Causas y factores de riesgo. *National Heart, lung and blood institute*. Obtenido de https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/sindrome-metabolico/causas

Olay-Blanco, A., & Quiroz-Compeán, G. (07 de 11 de 2017). *SCIELO*. Obtenido de SCIELO: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322017000300621

Oreofeoluwa Akintan, K. G. (17 de mayo de 2024). Formulación de alimentos para animales: conectando tecnologías para construir un sistema resiliente y sostenible. *National Library of medicine*.

Parramón, M. (agosto de 2004). Particularidades de la medición de la glucemia capilar: aspectos técnicos, clínicos y legales. doi:10.1016/S1575-0922(04)74640-9

Pasmans, K., Meex, R. C., Loon, L. J., & Blaak, E. E. (10 de Jun de 2022). Nutritional strategies to attenuate postprandial glycemic response. *National Library of Medicine*, *23*(9), 10-23. doi:10.1111/obr.13486

Priyadarshini, G., & Narayanan, S. (2023). Análisis del monitoreo de glucosa en sangre: una revisión de los avances recientes y perspectivas futuras. *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376719733_Analysis_of_blood_glucose_monitoring_-_a_review_on_recent_advancements_and_future_prospects

Rankovic, A. J. (1 de Septiembre de 2019). El papel de los carbohidratos en la salud de los perros. *National Library of Medicine*. doi:10.2460/javma.255.5.546

Reyes, J. A., & Plancarte, A. A. (2008). BASES MOLECULARES DE LAS ACCIONES. *Redalyc*, 9-18. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/490/49011452003.pdf

Rigaud, D., & F Paycha, A. M. (1998). Effect of psyllium on gastric emptying, hunger feeling and food intake in normal volunteers: a double blind study. *National Library of Medicine, 52*(4), 239-45. doi:10.1038/sj.ejcn.1600518

Ruxton, G. D., & Colegrave, N. (2017). *Experimental Design for the Life Sciences* (4 ed.). Oxford University Press. doi:13. 978-0198717355

Schermerhorn, T. (noviembre de 2010). El papel de la curva de glucosa. *cliniciansbrief*. Obtenido de https://assets.ctfassets.net/4dmg3l1sxd6g/1i33LczAU2wJtEiHSatsZ7/e8aef6541b30532d65c7f3cbd83aca8a/glucosecurve-4582-article.pdf

Schrot, R. J. (2007). Evaluación de imprecisiones en la medición de la glucemia en el laboratorio, mediante glucómetros y mediante la medición de la hemoglobina A1c. *ResearchGate*.

Serna, E. M., Ramos, P. P., Toledo, G. d., Villagómez, M. C., Ramírez, N. C., Esquivel, E. M., & Arredondo, M. H. (2021). Evaluación de la curva de tolerancia a la glucosa en pacientes jóvenes. *Jovenes en la Ciencia*.

Snedecor, G., & Cochran, W. (1989). *Métodos estadísticos* (8 ed.). (AMES, Ed.) Estados Unidos de América : Iowa State University Press.

Sunvold, G. D., Fahey, G., Merchen, N., & Reinhart, G. (1995). Fermentación in vitro de sustratos fibrosos seleccionados mediante inóculo fecal de perros y gatos: influencia de la composición de la dieta en la desaparición de materia orgánica del sustrato y la producción de ácidos grasos de cadena corta. *National Library of Medicine*. doi:10.2527/1995.7341110x.

Varlamov, O., Bethea, C. J., & Roberts, C. T. (19 de enero de 2015). Diferencias específicas según el sexo en el metabolismo de lípidos y glucosa. *National*

Library of Medicine. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4298229/

Vastolo, A. (2023). Efecto de la dieta sobre las respuestas glucémicas e insulínicas posprandiales en perros sanos. Obtenido de https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2023.1201611/full

Vidal, D. A. (30 de 05 de 2016). Necesidades nutricionales de los perros. *Vterinaria Digital S.A.* Obtenido de https://www.veterinariadigital.com/articulos/necesidades-nutricionales-del-perro/

Villén, M. (19 de 04 de 2017). Fibra dietética. *Conasi*. Obtenido de https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/fibra-dietetica/

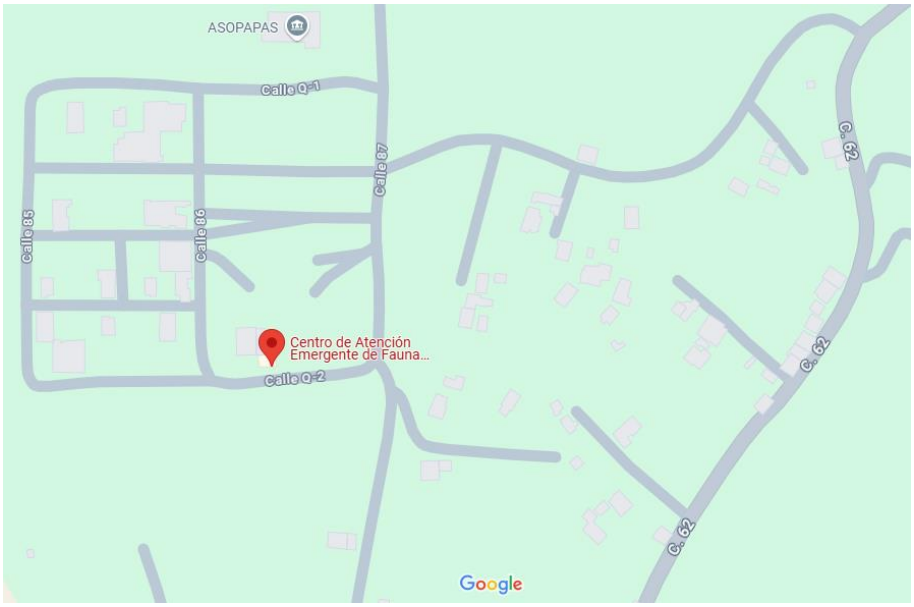
Viribay, A. (09 de 02 de 2019). *glut4science*. Obtenido de glut4science: https://glut4science.com/publicaciones/fisiologia-del-ejercicio/transporte-de-glucosa-glut2-nuevo-transportador-intestinal/23

Wolever, T. (2020). El índice glucémico. *National Library of Medicine*. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2180214/

Zhang, C., Angulo, J., & Sotil, K. (junio de 2022). Características glucométricas del monitoreo continuo de glucosa en el manejo de diabetes mellitus en niños y adultos de Lima, Perú. Un estudio preliminar. *ResearchGate*. doi:10.36393/spmi.v35i2.666

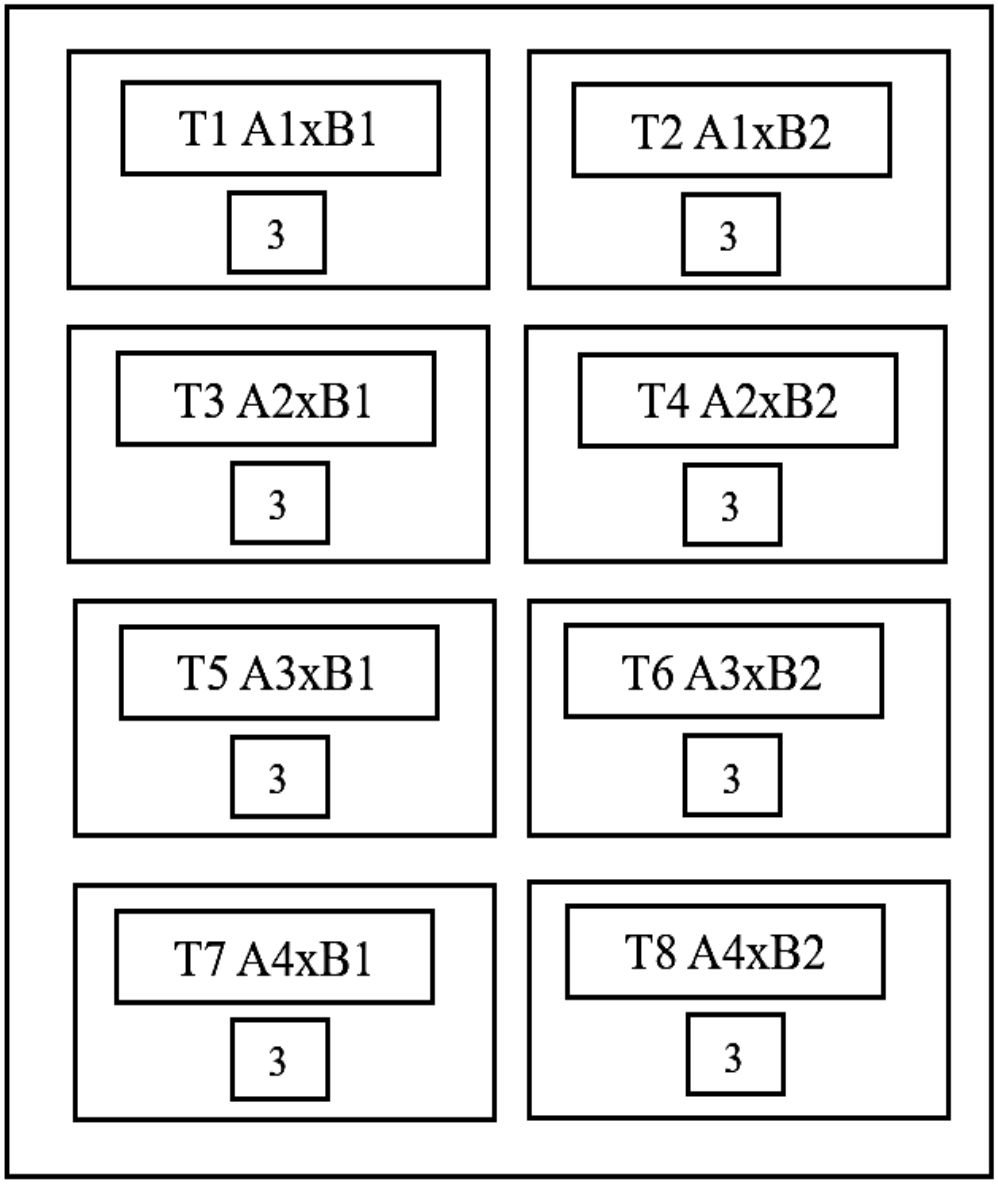
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación





Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Análisis realizados

Toma de datos de glucosa en mg/dL





Resultados de análisis bromatológicos

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS Nº161

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Sonia Ruiz – César Burbano
Muestra	Fibra de Psyllium – arroz integral cocido – balanceado molido - Balanceado 81%, arroz cocido 15% y psyllium 4%- Balanceado 85%, arroz cocido 15% - Balanceado 96% y psyllium 4%
Código asignado UEB	INV264 – INV265 – INV266 – INV267 – INV268– IN269
Estado de la muestras	Pulverizada y fresco
Envase de recepción	Bolsas plásticas
Análisis requerido(s)	Fibra, grasa, humedad, ceniza, proteína, carbohidratos
Fecha de recepción	21 de Abril del 2025
Fecha de análisis	21 de Abril – 14 de Mayo del 2025
Fecha de informe	21 de Mayo del 2025
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV264	Fibra de Psyllium	Fibra	%	WEENDE	27,47
		Grasa		AOAC 2003.06	2,64
		Humedad		AOAC 925.10	9,70
		Ceniza		AOAC 923.03	2.78
		Proteína		DUMAS	8.08
		Carbohidratos		Por cálculo	49.33
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	253,42
INV265	Arroz integral cocido	Fibra	%	WEENDE	6,67
		Grasa		AOAC 2003.06	0,16
		Humedad		AOAC 925.10	69,08
		Ceniza		AOAC 923.03	0.37
		Proteína		DUMAS	2.96
		Carbohidratos		Por cálculo	20.76
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	96,32
INV266	Balanceado molido	Fibra	%	WEENDE	8,62
		Grasa		AOAC 2003.06	8,22
		Humedad		AOAC 925.10	8,15
		Ceniza		AOAC 923.03	9.97
		Proteína		DUMAS	17.67
		Carbohidratos		Por cálculo	47.37
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	334,10

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 2 de 2

INV267 INV268	Balanceado 81%, arroz cocido 15% y psyllium 4%	Fibra	%	WEENDE	10,10
		Grasa		AOAC 2003.06	6,78
		Humedad		AOAC 925.10	13,81
		Ceniza		AOAC 923.03	8.46
		Proteína		DUMAS	16.44
		Carbohidratos		Por cálculo	44.41
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	304,40
INV268 INV269	Balanceado 85% y arroz cocido 15%	Fibra	%	WEENDE	7,91
		Grasa		AOAC 2003.06	6,84
		Humedad		AOAC 925.10	15,87
		Ceniza		AOAC 923.03	8.55
		Proteína		DUMAS	16.40
		Carbohidratos		Por cálculo	44.43
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	304,86
INV269	Balanceado 96% y psyllium 4%	Fibra	%	WEENDE	10,98
		Grasa		AOAC 2003.06	6,81
		Humedad		AOAC 925.10	8,18
		Ceniza		AOAC 923.03	9.74
		Proteína		DUMAS	17.17
		Carbohidratos		Por cálculo	47.12
		Energía	Kilocalorias	Por cálculo	318,43

Los análisis realizados fueron con tres réplicas



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 4. Bases de datos de la investigación

Alimento	Grupo	Código	Registro	Nombre	Sexo	Dosis	Peso inicial
Balanceado solo	a1b1	01	22	Zeus	m	250	12,20
		02	23	Ariel	m	250	10,70
		03	24	Carisma	m	250	13,10
							12,00
	a1b2	04	19	Fuerte	h	300	16,00
		05	20	Negra	h	250	14,30
		06	21	Nala	h	250	11,40
							13,90
Balanceado + Arroz integral	a2b1	07	14	Doradito	m	250	11,00
		08	16	Modelo	m	250	12,80
		09	18	Negro timido	m	250	14,70
							12,83
	a2b2	10	03	Gemela 3	h	250	13,00
		11	04	Foxy	h	200	9,00
		12	06	Dólar	h	250	11,20
							11,07
Balanceado + Psyllium	a3b1	13	10	Rex	m	300	16,70
		14	11	Messi	m	250	12,50
		15	12	Crash	m	250	11,30
							13,50
	a3b2	16	05	Capucchina	h	200	8,40
		17	08	Juguetona agua	h	250	10,80
		18	09	Princess	h	250	14,20
							11,13
Balanceado + Arroz integral + Psyllium	a4b1	19	13	Pablito	m	300	16,40
		20	15	Cromo	m	250	12,03
		21	17	Negrito	m	250	11,30
							13,24
	a4b2	22	01	Gemela 1	h	300	15,20
		23	02	Novia pablito	h	300	16,20
		24	07	Noche	h	200	7,20
							12,87

Peso final	Aceptación	Consistencia fecal	T0	T30	T60	T90	T120	Tiempo al pico
12,75	100,00	3,25	94,25	170,75	154,50	132,25	115,25	
11,16	100,00	3,25	95,75	174,00	155,25	133,75	114,50	
13,52	100,00	3,00	94,25	171,00	156,25	136,75	108,75	
12,48	100,00	3,17	94,75	171,92	155,33	134,25	112,83	30MIN
16,63	100,00	3,25	93,75	171,50	154,25	135,50	114,00	
14,85	100,00	3,00	89,75	171,75	155,00	135,25	114,50	
11,75	100,00	3,25	96,75	174,75	156,25	135,50	114,50	
14,41	100,00	3,17	93,42	172,67	155,17	135,42	114,33	
11,33	100,00	3,50	95,00	159,75	150,00	134,50	118,25	
13,29	97,50	3,50	94,75	160,50	149,00	134,75	117,25	
15,08	100,00	3,50	99,25	157,50	149,25	133,25	117,25	
13,23	99,17	3,50	96,33	159,25	149,42	134,17	117,58	30 MIN
13,50	96,25	3,50	94,25	162,00	153,00	135,75	116,75	
9,38	98,75	3,50	92,75	163,75	151,00	134,00	115,50	
11,52	100,00	3,25	99,75	162,00	151,25	136,00	116,25	
11,47	98,33	3,42	95,58	162,58	151,75	135,25	116,17	
17,35	96,25	3,00	94,50	140,75	156,25	134,00	108,75	
12,72	98,75	3,25	95,75	142,50	155,25	134,75	109,50	
11,73	98,75	3,00	98,25	141,25	154,00	132,50	108,00	
13,93	97,92	3,08	96,17	141,50	155,17	133,75	108,75	60 MIN
8,72	93,75	3,25	92,75	144,25	155,25	135,50	110,00	
11,15	100,00	3,00	93,75	148,00	157,50	136,50	109,25	
14,50	98,75	3,00	95,75	147,25	156,00	135,75	110,25	
11,46	97,50	3,08	94,08	146,50	156,25	135,92	109,83	
16,64	98,75	3,00	94,25	140,00	145,25	134,25	111,25	
12,62	100,00	3,25	95,75	143,50	149,00	136,25	114,50	
11,57	98,75	3,25	94,75	141,25	148,00	135,50	113,75	
13,61	99,17	3,17	94,92	141,58	147,42	135,33	113,17	60 MIN
15,68	98,75	3,00	94,75	143,00	149,00	138,25	114,25	
16,73	98,75	3,25	100,50	144,00	149,50	138,75	115,75	
7,43	98,75	3,00	93,00	141,25	150,00	136,75	116,75	
13,28	98,75	3,08	96,08	142,75	149,50	137,92	115,58	

Tabulación de datos de glucosa

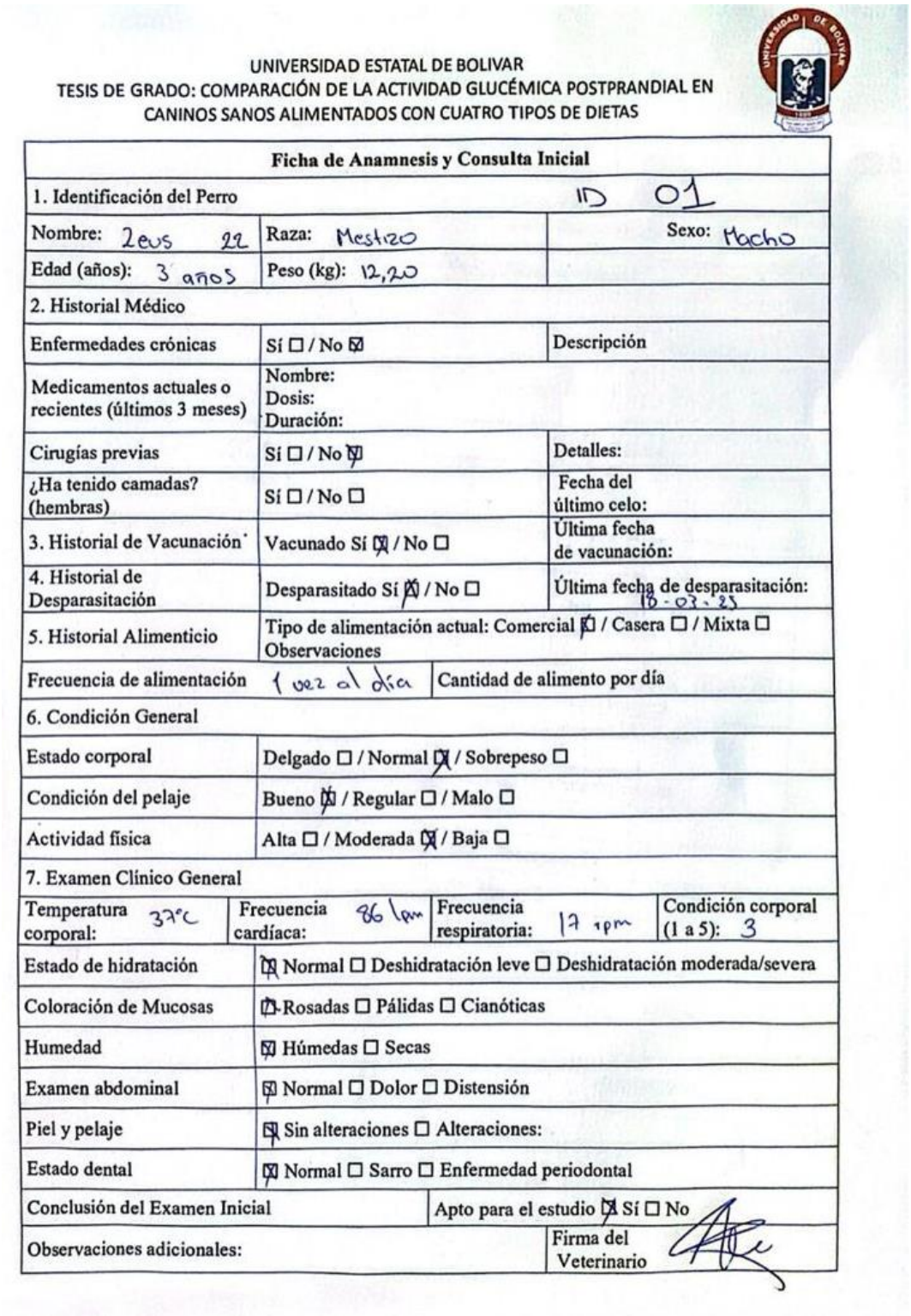
RECOLECCIÓN DE DATOS DE GLUCOSA						
ID	**CURVA**	**Medición Pre-ingesta (mg/dL)**	**30 Min Post-ingesta (mg/dL)**	**60 Min Post-ingesta (mg/dL)**	**90 Min Post-ingesta (mg/dL)**	**120 Min Post-ingesta (mg/dL)**
BALANCEADO						
01	Curva 1	97	172	156	134	116
	Curva 2	93	167	152	131	112
	Curva 3	94	171	156	133	117
	Curva 4	93	173	154	131	116
		94,25	170,75	154,5	132,25	115,25
02	Curva 1	97	175	157	136	115
	Curva 2	95	174	155	133	114
	Curva 3	93	172	153	131	111
	Curva 4	98	175	156	135	118
		95,75	174	155,25	133,75	114,5
03	Curva 1	96	171	158	137	110
	Curva 2	89	173	155	137	109
	Curva 3	94	169	152	133	103
	Curva 4	98	171	160	140	113
		94,25	171	156,25	136,75	108,75
T1		94,75	171,92	155,33	134,25	112,83
04	Curva 1	94	173	156	138	115
	Curva 2	95	172	152	133	113
	Curva 3	92	170	153	135	112
	Curva 4	94	171	156	136	116
		93,75	171,5	154,25	135,5	114
05	Curva 1	87	171	155	137	113
	Curva 2	92	172	152	131	112
	Curva 3	91	174	157	137	119
	Curva 4	89	170	156	136	114
		89,75	171,75	155	135,25	114,5
06	Curva 1	97	175	156	138	118
	Curva 2	92	176	159	139	114
	Curva 3	98	173	157	134	115
	Curva 4	100	175	153	131	111
		96,75	174,75	156,25	135,5	114,5
T2		93,42	172,67	155,17	135,42	114,33

BALANCEADO + ARROZ INTEGRAL						
07	Curva 1	97	164	153	137	120
	Curva 2	94	158	147	133	117
	Curva 3	95	160	151	135	119
	Curva 4	94	157	149	133	117
		95	159,75	150	134,5	118,25
08	Curva 1	96	162	149	133	118
	Curva 2	95	157	146	133	115
	Curva 3	94	163	151	137	119
	Curva 4	94	160	150	136	117
		94,75	160,5	149	134,75	117,25
09	Curva 1	103	161	152	137	120
	Curva 2	99	156	149	133	117
	Curva 3	97	154	147	131	114
	Curva 4	98	159	149	132	118
		99,25	157,5	149,25	133,25	117,25
T3		96,33	159,25	149,42	134,17	117,58
10	Curva 1	96	160	152	135	115
	Curva 2	92	163	155	137	118
	Curva 3	94	164	155	138	120
	Curva 4	95	161	150	133	114
		94,25	162	153	135,75	116,75
11	Curva 1	94	166	153	136	118
	Curva 2	95	161	151	133	115
	Curva 3	89	165	152	135	116
	Curva 4	93	163	148	132	113
		92,75	163,75	151	134	115,5
12	Curva 1	101	163	152	137	116
	Curva 2	97	158	149	135	114
	Curva 3	103	167	154	138	119
	Curva 4	98	160	150	134	116
		99,75	162	151,25	136	116,25
T4		95,58	162,58	151,75	135,25	116,17

BALANCEADO + PSYLLIUM						
	Curva 1	97	145	163	137	113
	Curva 2	94	141	152	130	105
	Curva 3	94	139	156	136	110
13	Curva 4	93	138	154	133	107
		94,5	140,75	156,25	134	108,75
	Curva 1	97	146	157	138	112
	Curva 2	95	137	153	131	106
	Curva 3	93	145	155	135	110
14	Curva 4	98	142	156	135	110
		95,75	142,5	155,25	134,75	109,5
	Curva 1	101	137	152	129	106
	Curva 2	98	142	158	136	111
	Curva 3	99	145	154	134	108
15	Curva 4	95	141	152	131	107
		98,25	141,25	154	132,5	108
T5		96,17	141,50	155,17	133,75	108,75
	Curva 1	96	149	160	143	113
	Curva 2	91	145	156	136	110
	Curva 3	94	141	152	131	107
16	Curva 4	90	142	153	132	110
		92,75	144,25	155,25	135,5	110
	Curva 1	96	151	164	142	114
	Curva 2	97	148	156	135	107
	Curva 3	90	145	153	130	107
17	Curva 4	92	148	157	139	109
		93,75	148	157,5	136,5	109,25
	Curva 1	97	151	159	139	113
	Curva 2	96	147	155	136	109
	Curva 3	94	148	157	137	112
18	Curva 4	96	143	153	131	107
		95,75	147,25	156	135,75	110,25
T6		94,08	146,50	156,25	135,92	109,83

BALANCEADO + ARROZ INTEGRAL + PSYLLIUM						
19	Curva 1	97	144	150	138	115
	Curva 2	93	143	148	136	114
	Curva 3	94	138	142	130	109
	Curva 4	93	135	141	133	107
		94,25	140	145,25	134,25	111,25
20	Curva 1	97	145	153	138	117
	Curva 2	95	147	151	136	115
	Curva 3	93	142	147	136	114
	Curva 4	98	140	145	135	112
		95,75	143,5	149	136,25	114,5
21	Curva 1	95	143	150	137	114
	Curva 2	99	144	151	137	117
	Curva 3	94	140	147	135	114
	Curva 4	91	138	144	133	110
		94,75	141,25	148	135,5	113,75
T7		94,92	141,58	147,42	135,33	113,17
22	Curva 1	96	145	150	138	116
	Curva 2	98	150	153	142	119
	Curva 3	93	137	145	137	110
	Curva 4	92	140	148	136	112
		94,75	143	149	138,25	114,25
23	Curva 1	105	149	153	141	120
	Curva 2	101	146	151	139	118
	Curva 3	99	139	146	137	111
	Curva 4	97	142	148	138	114
		100,5	144	149,5	138,75	115,75
24	Curva 1	98	144	153	140	122
	Curva 2	91	142	150	137	115
	Curva 3	93	139	146	134	112
	Curva 4	90	140	151	136	118
		93	141,25	150	136,75	116,75
T8		96,08	142,75	149,50	137,92	115,58

Fichas de anamnesis



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
TESIS DE GRADO: COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CUATRO TIPOS DE DIETAS

Ficha de Anamnesis y Consulta Inicial			
1. Identificación del Perro		ID 01	
Nombre: Zeus 22	Raza: Mestizo	Sexo: Macho	
Edad (años): 3 años	Peso (kg): 12,20		
2. Historial Médico			
Enfermedades crónicas	Sí ☐ / No ☒	Descripción	
Medicamentos actuales o recientes (últimos 3 meses)	Nombre: Dosis: Duración:		
Cirugías previas	Sí ☐ / No ☒	Detalles:	
¿Ha tenido camadas? (hembras)	Sí ☐ / No ☐	Fecha del último celo:	
3. Historial de Vacunación	Vacunado Sí ☒ / No ☐	Última fecha de vacunación:	
4. Historial de Desparasitación	Desparasitado Sí ☒ / No ☐	Última fecha de desparasitación: 10-03-25	
5. Historial Alimenticio	Tipo de alimentación actual: Comercial ☒ / Casera ☐ / Mixta ☐ Observaciones		
Frecuencia de alimentación: 1 vez al día	Cantidad de alimento por día		
6. Condición General			
Estado corporal	Delgado ☐ / Normal ☒ / Sobrepeso ☐		
Condición del pelaje	Bueno ☒ / Regular ☐ / Malo ☐		
Actividad física	Alta ☐ / Moderada ☒ / Baja ☐		
7. Examen Clínico General			
Temperatura corporal: 37°C	Frecuencia cardíaca: 86 lpm	Frecuencia respiratoria: 17 rpm	Condición corporal (1 a 5): 3
Estado de hidratación	☒ Normal ☐ Deshidratación leve ☐ Deshidratación moderada/severa		
Coloración de Mucosas	☒ Rosadas ☐ Pálidas ☐ Cianóticas		
Humedad	☒ Húmedas ☐ Secas		
Examen abdominal	☒ Normal ☐ Dolor ☐ Distensión		
Piel y pelaje	☒ Sin alteraciones ☐ Alteraciones:		
Estado dental	☒ Normal ☐ Sarro ☐ Enfermedad periodontal		
Conclusión del Examen Inicial	Apto para el estudio ☒ Sí ☐ No		
Observaciones adicionales:	Firma del Veterinario		

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

TESIS DE GRADO: COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD GLUCÉMICA POSTPRANDIAL EN CANINOS SANOS ALIMENTADOS CON CUATRO TIPOS DE DIETAS

Ficha de Anamnesis y Consulta Inicial			
1. Identificación del Perro			ID: 18
Nombre: Princesa	Raza: Mestiza		Sexo: Hembra
Edad (años): 2 años	Peso (kg): 14,20 Kg		
2. Historial Médico			
Enfermedades crónicas	Sí ☐ / No ☒		Descripción
Medicamentos actuales o recientes (últimos 3 meses)	Nombre: Dosis: Duración:		
Cirugías previas	Sí ☐ / No ☒		Detalles:
¿Ha tenido camadas? (hembras)	Sí ☐ / No ☒		Fecha del último celo:
3. Historial de Vacunación	Vacunado Sí ☒ / No ☐		Última fecha de vacunación: Rabia
4. Historial de Desparasitación	Desparasitado Sí ☒ / No ☐		Última fecha de desparasitación: 15-03-2025
5. Historial Alimenticio	Tipo de alimentación actual: Comercial ☒ / Casera ☐ / Mixta ☐ Observaciones		
Frecuencia de alimentación	1 Vez al día	Cantidad de alimento por día	
6. Condición General			
Estado corporal	Delgado ☐ / Normal ☒ / Sobrepeso ☐		
Condición del pelaje	Bueno ☒ / Regular ☐ / Malo ☐		
Actividad física	Alta ☐ / Moderada ☒ / Baja ☐		
7. Examen Clínico General			
Temperatura corporal: 37.5°C	Frecuencia cardíaca: 94 lpm	Frecuencia respiratoria: 20 rpm	Condición corporal (1 a 5): 3
Estado de hidratación	☒ Normal ☐ Deshidratación leve ☐ Deshidratación moderada/severa		
Coloración de Mucosas	☒ Rosadas ☐ Pálidas ☐ Cianóticas		
Humedad	☒ Húmedas ☐ Secas		
Examen abdominal	☒ Normal ☐ Dolor ☐ Distensión		
Piel y pelaje	☒ Sin alteraciones ☐ Alteraciones:		
Estado dental	☒ Normal ☐ Sarro ☐ Enfermedad periodontal		
Conclusión del Examen Inicial		Apto para el estudio ☒ Sí ☐ No	
Observaciones adicionales:			Firma del Veterinario

Anexo 5. Fotografías



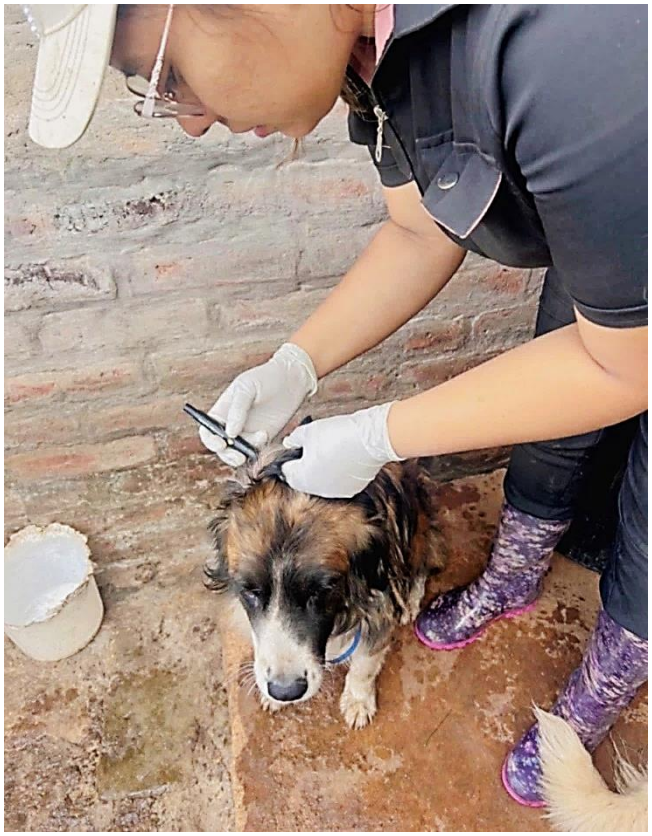
Anamnesis y evaluación física de los caninos



Designación de los animales a los grupos experimentales, identificación por colores



Alimentación de los caninos



Toma de muestras de glucosa



Determinación de consistencia fecal



Visita de campo por parte de los docentes de la UEB



Toma de peso final de los caninos



Análisis bromatológicos

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Bromatología: Ciencia que estudia los alimentos, su composición, valor nutricional y propiedades.

Curva Glucémica: Representación gráfica de los cambios en la concentración de glucosa en sangre a lo largo del tiempo después de una comida, permitiendo visualizar elevación y utilización de la glucosa.

Glucemia: Se refiere a la concentración de glucosa (azúcar) circulante en el torrente sanguíneo.

Glucómetro: Dispositivo utilizado para medir los niveles de glucosa en sangre.

Glucosa: Azúcar simple que sirve como principal fuente de energía para el organismo.

Hiperglucemia: Condición de niveles elevados de glucosa en sangre.

Homeostasis: Propiedad de los organismos vivos de mantener una condición interna estable y constante.

Macronutrientes: Nutrientes necesarios en grandes cantidades, como carbohidratos, proteínas y grasas.

Metabolismo: Conjunto de procesos químicos y biológicos que ocurren en un organismo para mantener la vida.

Modulación: La alteración o ajuste de la magnitud o intensidad de una respuesta o proceso fisiológico.

Pico: Valor máximo o punto culminante de una magnitud en un período determinado.

Postprandial: Relativo al periodo después de la ingesta de alimentos.