



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON DIETAS
PARA CARNÍVOROS SOBRE GLUCOSA, UREA Y
AMONIACO SÉRICOS EN HURONES
(*Mustela putorius furo*).

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

ARACELI CAROLINA VERGES LOZADA

ASESORES:

MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera
MVZ. Ricardo Itzcóatl Maldonado Reséndiz



México, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

Página

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	3
1.2 MORFOLOGÍA	5
1.3 APARATO DIGESTIVO.....	6
1.3.1 Dientes.....	6
1.3.2 Lengua	6
1.3.3 Glándulas salivales.....	7
1.3.4 Esófago	7
1.3.5 Estómago	7
1.3.6 Intestino delgado	7
1.3.7 Glándulas exocrinas	8
1.3.8 Intestino grueso	8
1.4 DIGESTIÓN	9
1.4.1 Boca.....	9
1.4.2 Estómago	9
1.4.3 Intestino delgado	9
1.4.4 Colon	10
1.5 NECESIDADES ENERGÉTICAS.....	10
1.6 NUTRIENTES	11
1.6.1 PROTEÍNAS.....	11
1.6.2 Carbohidratos.....	12
1.6.3 Lípidos	13
1.6.4 Fibra.....	14
1.7 ALIMENTACIÓN	14
1.8 METABOLISMO DE PROTEÍNAS	16
1.8.1 Desaminación y Transaminación	17
1.8.2 Gluconeogénesis.....	18
1.8.3 Formación de urea	20
1.8.3.1 Ciclo de la urea	21
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. HIPÓTESIS	23
4. OBJETIVO.....	23
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23

5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
5.1 INSTALACIONES.....	24
5.2 ALIMENTACIÓN.....	24
5.3 MANEJO.....	25
5.4 TOMA DE MUESTRA.....	25
5.5 ANALISIS ESTADÍSTICO.....	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1 CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA (PC).....	26
6.2 GLUCOSA.....	28
6.3 UREA.....	30
6.4 AMONIACO.....	33
6.5 CONSUMO VOLUNTARIO.....	34
7. CONCLUSIÓN.....	36
8. ANEXO.....	37
8.1 CONSUMO VOLUNTARIO.....	37
9. LITERATURA.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Caza con hurones en la edad media.....	4
FIGURA 2. Esquema del aparato digestivo del hurón.....	8
FIGURA 3. Esquema de la estructura química de un aminoácido.....	11
FIGURA 4. Esquema de entrada de los diferentes sustratos a la vía glucogénica.....	18
FIGURA 5. Gluconeogénesis.....	20
FIGURA 6. Esquema de una molécula de urea.....	21
FIGURA 7. Esquema del ciclo de la Urea.....	22
FIGURA 8. Concentración de glucosa a los 0,14, 28, 42 y 56 días.....	29
ANEXO 1. Gráfica de consumo voluntario en hurones alimentados con dos dietas diferentes, durante 8 semanas.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Necesidades nutricionales del hurón (<i>mustela putorius furo</i>).....	15
CUADRO 2. Dietas comerciales utilizadas en la alimentación de hurones.....	15
CUADRO 3. Composición nutricional de los alimentos proporcionados.....	25
CUADRO 4. Resultados del análisis para determinar la cantidad proteica de cada alimento.....	27
CUADRO 5. Concentración sérica de glucosa por muestreos.....	28
CUADRO 6. Significancia entre muestreos.....	28
CUADRO 7. Concentración sérica de urea en ambos tratamientos.....	31
CUADRO 8. Consumo voluntario promedio por día.....	34

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todas aquéllas personas que en algún momento se encontraron perdidas en el camino del estudio, así como yo en su momento. Este trabajo es muestra de que con amor, esfuerzo y confianza no existen cosas imposibles, esperando que estas líneas sean palabras de aliento de quien lo necesite y un impulso más para alcanzar sus metas.

AGRADECIMIENTOS

Esté trabajo fue realizado con el apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE204811, sin el cual no hubiera sido posible.

MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera

Con profunda admiración y respeto, le doy de todo corazón las gracias por permitirme realizar este proyecto con usted, gracias por confiar en mí y por todo su apoyo a lo largo de este trabajo.

Sabe transmitir no solo conocimiento si no también confianza, ha sido uno de los mejores profesores que he tenido, y sus enseñanzas me acompañarán toda la vida.

MVZ. Ricardo Itzcóatl Maldonado Reséndiz

Aunque fue un poco difícil el comienzo, quiero darle las gracias por ayudarme a esforzarme al máximo y dar lo mejor de mí para este proyecto. Por su paciencia, tiempo, consejos y sugerencias mil gracias.

MVZ. MC. Sánchez González Ma. Guadalupe

Gracias por su colaboración en el análisis estadístico de este proyecto, su apoyo, tiempo, paciencia, e incluso las clases particulares.

A mis padres

Criar un hijo no es fácil y menos a alguien como yo, les agradezco todos

los sacrificios que han hecho, los regañones, que a pesar de todo han hecho de mí una mejor persona pero sobre todo gracias por el inmenso amor y paciencia que me tienen.

Ésta carrera para mí es un sueño gracias por nunca cortarme las alas.



Abuelita

Eres la persona más hermosa del mundo, gracias por enseñarme a ayudar desinteresadamente, a creer en la fe, pero sobre todo en la magia de vivir con amor y humildad.



Ilse Yolanda

Dicen que los amigos son la familia que uno escoge y sí es así, gracias por ser tu elección durante todos estos años, por estar ahí siempre, sin importar el día o la hora.

Caminar en esta vida sin ti sería muy aburrido, crecimos juntas y espero envejecer del mismo modo.

No habrá tristeza más grande o inmensa alegría que no compartiría contigo.

Gracias por ser mi mejor amiga.



Madrina

Nunca voy a tener las palabras correctas para expresar mi gratitud. Soy inmensamente afortunada de que ilumines mi camino y no existe nada que pueda darte o que pueda hacer para regresarte un poquito de todo lo bueno que compartes conmigo y con mi familia. Eres un ejemplo de bondad y amor. Te amo.



Adriana

Mi hermanita del clarín. Gracias por tener esa aventura conmigo, es la mejor experiencia que he tenido y fue un privilegio compartirla a tu lado. Todo fue maravilloso.



Oscar

Amigo de incalculables aventuras y confidente de mis secretos más tenebrosos, confieso que sin tu apoyo durante todos estos años, yo no estaría aquí. Gracias por todo.

Sharon

Este éxito no significaría nada si no tuviera con quien compartirlo, cada palabra, cada acento, cada coma no hubieran sido escritos o corregidos sin tu ayuda y por lo tanto este triunfo es tan tuyo como mío.

Gracias por soportar cada lágrima, cada berrinche, cada problema y tú siempre ahí a pie de cañón.

Te amo hermanita.



Papás Pepes

He crecido con su cariño y sus cuidados, gracias por consentirme y por todas las enseñanzas de amor que me han dado.



Irving y Montse

Dicen que los amigos de la universidad son para toda la vida y ojalá así sea, para tener a donde llegar cuando vaya a Acapulco. Lo cierto es que sin ustedes está etapa no hubiera sido lo mismo aprendimos muchas cosas juntos, reímos demasiado y poco a poco formamos recuerdos que nunca borraré de mi memoria.

Los quiero.



Elihus

Han sido pocas pero muy valiosas las enseñanzas que me has dado, eres un digno ejemplo a seguir y espero que nunca salgas de mi vida para seguir compartiendo esos momentos que hacen de ésta familia particularmente divertida.

Baileys

Mi primer hurón, mi inspiración y fortaleza para expandir el conocimiento en beneficio de esta hermosa especie. Te amo.

Siempre tendrás un lugar especial en mi corazón.

Por último

Gracias a todas aquéllas personas que me ayudaron durante el proceso de elaboración de éste trabajo, por su paciencia, consejos, durante los muestreos, y su apoyo al sacrificar un poco de su fin de semana, para que todo esto fuera posible.

RESUMEN

VERGES LOZADA ARACELI CAROLINA. Efecto de la alimentación con dietas para carnívoros sobre glucosa, urea y amoniaco séricos en hurones (*Mustela putorius furo*). (bajo la dirección de: MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera y MVZ. Ricardo Itzcóatl Maldonado Reséndiz).

El hurón doméstico (*Mustela putorius furo*) se ha vuelto un animal de compañía muy popular, esto nos obliga a brindar información de calidad sobre su manejo y cuidado, desafortunadamente existe poca información y surge la necesidad de desarrollar trabajos que permitan brindar recomendaciones certeras sobre sus cuidados. La alimentación tiene un impacto sobre la salud de los hurones y las croquetas son la comida más utilizada para alimentarlos, no obstante las dietas para otras especies incluida la dieta para perro pueden llegar a ser parte de su alimentación, esto puede generar un impacto en su metabolismo, que posteriormente deterioren su salud, por lo tanto con este trabajo se buscan las bases para determinar por qué el alimento para perro no es viable para su mantenimiento. Se realizaron 5 muestreos sanguíneos a dos grupos de hurones cada 14 días, con el objetivo de observar los cambios producidos en los analitos: glucosa, urea y amoniaco séricos producidos por una alimentación con dieta para perro en comparación con una alimentación con dieta para hurón. También se midió el consumo voluntario y finalmente en el laboratorio se estimó el contenido proteico de ambas dietas. El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa MANOVA y los resultados obtenidos mostraron que hubo una diferencia significativa

($P < 0.05$) en los analitos glucosa y urea así como en el consumo voluntario, sin embargo el amoniaco no presento cambios estadísticamente significativos ($P > 0.05$).

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El hurón doméstico pertenece al género *Mustela*, que agrupa a los animales de menor tamaño en la familia *Mustelidae*.¹ Este género se divide en cinco subgéneros, pero en este trabajo solo se hará referencia al subgénero *putorius*, que corresponde al único miembro de la familia en ser domesticado.² El origen de este animal se desconoce con exactitud, pero se considera que es un descendiente del turón de Siberia (*Mustela eversmanni*) o posiblemente del turón europeo (*Mustela putorius*).^{3,4} En 1758 el hurón doméstico fue clasificado con base en su taxonomía por el botánico Carlos Linneo.^{3,5}

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Clase:	Mammalia
Subclase:	Eutheria
Orden:	Carnivora
Suborden:	Fissipeda
Familia	Mustelidae
Genero:	<i>Mustela</i>
Especie:	<i>putorius</i>
Subespecie:	<i>Furo</i>

La definición *Mustela* deriva del latín *mus* que significa “ratón” (aquéllos que comen ratones), ferret (hurón en inglés) deriva del latín *furonem* y del italiano *furone* que significa ladrón y del latín *furritus* de significado pequeña piel ladrona, putorius es derivado del latín *putor* de significado hedor, haciendo referencia al olor característico de este animal.^{5,6}

El origen del hurón doméstico se remonta a los hallazgos históricos y arqueológicos de al menos 450 años AC,⁴ cuando Aristófanes (450 AC) y Aristóteles (350 AC) mencionan a estos animales en sus obras literarias.³ Más tarde, en los escritos griegos de Estrabón (63 AC - 24 DC) se describe a un hurón albino criado en cautiverio utilizado para cazar conejos. Sin embargo, esta práctica se realizaba en el sur del mediterráneo⁵ (actualmente Marruecos, Argelia, Túnez y Libia). Consecuentemente es razonable asumir que los hurones fueron domesticados en esta área y que la domesticación fue resultado del uso humano para la caza de roedores y conejos.³

Posteriormente esta actividad fue introducida en Europa, Asia y Gran Bretaña. Sin embargo, la primera ilustración de los hurones utilizados para la caza de conejos en sus madrigueras data del siglo XIV⁵ (Figura 1).

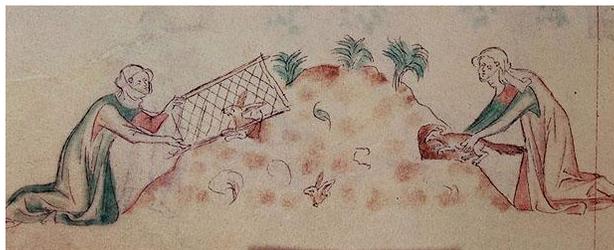


Figura 1. Caza con hurones en la edad media.

Durante décadas se ha criado al hurón por ser un excelente exterminador de plagas y con este fin fue llevado a Norte América en la época colonial, alrededor de 1875, mediante los

barcos que procedían de España con destino a Estados Unidos, para mantener bajo control la población de ratas y ratones dentro de las naves.^{2,3,7,8}

Alrededor de 1800 los europeos comenzaron a utilizar al hurón como modelo en investigaciones biomédicas, para la cura de la tosferina,⁹ debido a que posee muchas similitudes con la fisiología, anatomía y metabolismo humano; actualmente también son usados para los estudios sobre virología, cardiología, oftalmología, bacteriología, toxicología y endocrinología.^{3,4,9}

A principios de los 1900 los hurones fueron reproducidos y apreciados por su pelaje por lo que empezó la producción con este fin, abriendo granjas en Estados Unidos, Canadá, Europa y Nueva Zelanda.^{4,9}

Lentamente se perdió la idea del hurón como animal salvaje y se adaptó como animal de compañía, pero no fue sino hasta 1996 que el Departamento de Agricultura de Estados Unidos legalizó su pertenencia como animal de compañía, dentro de su jurisdicción.⁹

Actualmente los hurones siguen siendo utilizados para la caza de conejos en el Reino Unido, Europa y Australia, así como en investigaciones biomédicas y se ha popularizado su uso como animal de compañía.⁹

1.2 MORFOLOGÍA

El hurón es un animal pequeño de cuerpo tubular, adecuado para la caza en madrigueras. Cuenta con cuatro patas cortas, cinco dedos en cada una y cada uno con garras no retráctiles para cavar. Su columna vertebral es muy flexible y le permite moverse con facilidad.¹⁰

Un macho adulto pesa en promedio entre 1.2 kg⁷ y mide aproximadamente 45 cm; mientras que una hembra de la misma edad está entre los 0.6 a 1.3 kg⁵ y mide alrededor de 35 cm. Su periodo promedio de vida es de 6 a 8 años,^{5,7} sin embargo, pueden llegar a vivir algunos años más.

1.3 APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo está conformado por: cavidad oral en donde se encuentran las piezas dentales y la lengua, posteriormente continúa con el esófago, estómago, glándulas accesorias (páncreas e hígado), intestino delgado, intestino grueso, y concluye en el ano (Figura 2).

1.3.1 Dientes

Su dentadura está formada por 30 piezas temporales y 34 piezas permanentes, estos erupcionan entre los 50 y los 74 días de edad. Su fórmula dental consta de $2(I^{3/3} C^{1/1} P^{3/3} M^{1/2})$.⁵ Los carnívoros usualmente tienen 4 premolares, pero los hurones sólo presentan tres. El último premolar superior, llamado también carnassial, es usado por los carnívoros para cortar carne, tendones, cartílago, así como para romper huesos. La dentición de estos es especializada para desgarrar y cortar carne, pero no son capaces de masticar sus alimentos.⁸

1.3.2 Lengua

Es larga y de movimiento libre, gracias a que el frémulo es muy extenso para permitir una amplia movilidad.^{3,5}

1.3.3 Glándulas salivales

Los hurones poseen cinco glándulas salivales: parótida, submandibular, sublingual, molar y zigomática.^{3,5}

Debido a que la digestión de los hurones es rápida, las glándulas salivales no juegan un papel importante en la digestión, mientras que la saliva posee una importante función de lubricación cuando el hurón ingiere dietas secas o peletizadas.⁵

1.3.4 Esófago

Mide aproximadamente de 17 a 19 cm, comienza en el cartílago cricoides y finaliza en el cardias del estómago.⁵ El esófago está revestido por epitelio escamoso queratinizado, que le permite tragar la comida y minimizar heridas causadas por los huesos de sus presas.⁴

1.3.5 Estómago

Los hurones tienen un estómago simple en forma de “J” que se distiende para alojar una gran cantidad de alimento, de hasta 43g/kg/día.⁷

1.3.6 Intestino delgado

Empieza en el píloro hasta la unión con el colon, mide aproximadamente 182 a 198 cm y conforma la porción más grande del aparato digestivo, es proporcionalmente más pequeño que el de otros carnívoros.⁵ Está conformado, por duodeno, yeyuno e íleon, donde la división entre el yeyuno y el íleon es indistinguible, tanto interna como externamente^{3,5} refiriéndose a él como el jejuníleon.¹⁰

1.3.7 Glándulas exocrinas

Páncreas: El páncreas posee una forma de “V”.^{3,5}

Hígado: Es relativamente grande en comparación a su talla y consta de 6 lóbulos.³

Vesícula biliar: Tiene forma de pera y su volumen es de 0.5 a 1 mL.³

1.3.8 Intestino grueso

El intestino grueso mide aproximadamente de 8 a 10 cm de largo.⁵ No existe la válvula ileocecal, debido a que no hay una división visible entre el íleon y el colon,³ sin embargo, es posible identificarlo por la sección anatómica vascular. La unión se infiere por la presencia de las anastomosis de la arteria yeyunal con la arteria ileocólica.⁹ Estos animales no poseen ciego.^{3,4,5}

El colon se divide en ascendente, transverso y descendente que termina en la unión con el recto en su porción craneal.³

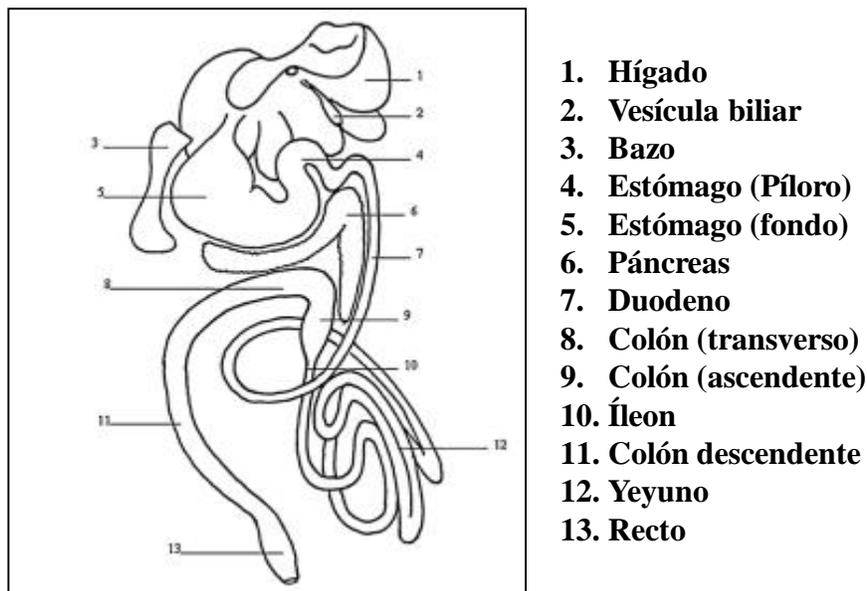


Figura 2. Esquema del aparato digestivo del hurón. Modificado de L'alimentation du furet (*Mustela furo*): bases théoriques et besoins nutritionnels. État des connaissances.⁴

1.4 DIGESTIÓN

El hurón, como carnívoro estricto, es un depredador; su aparato digestivo está adaptado para el consumo de presas pequeñas, la digestión de estas se realiza de forma rápida debido a que el tubo gastrointestinal del hurón es corto, por lo cual, la absorción de los nutrientes es limitada.⁵ La digestión se realiza entre 3 y 4 horas,^{2,11,12} consecuentemente un hurón se alimenta 10 veces durante el día.¹ Por tal motivo, sus alimentos deben cumplir sus requerimientos nutricionales, elevados niveles de proteína y grasa, así como bajos en azúcares y fibra, para que puedan ser aprovechados al máximo.^{3,12}

1.4.1 Boca

Comienza la digestión de carbohidratos, sin embargo, existe evidencia que ha demostrado que las glándulas salivales parótida y submandibular del hurón carecen actividad de amilasa salival, lo que reduce su capacidad para digerirlos; esto refleja que su alimentación es baja en almidones.³

1.4.2 Estómago

Los hurones, al igual que otros mustélidos como el visón, segregan ácido clorhídrico espontáneamente a diferencia de los perros y los gatos. Por tal motivo, el hurón reparte sus alimentos durante todo el día ingiriendo comidas repetidamente y tiende a ocultar su comida alrededor de la jaula; una sola comida al día sería insuficiente y podría causar hipoglucemia y gastritis.⁴

La digestión de las proteínas empieza con la pepsina gástrica y sus precursores, los pepsinógenos se activan con el ácido clorhídrico que rompe algunos enlaces peptídicos.¹³

1.4.3 Intestino delgado

La digestión final de las proteínas ocurre en la luz intestinal y las microvellosidades que cubren su superficie denominadas borde de cepillo, donde absorben pequeñas cantidades de proteínas, principalmente péptidos y los aminoácidos libres.¹³ Se sabe que la absorción de nutrientes en el intestino del hurón es reducida, debido a que las enzimas intestinales de borde de cepillo son escasas en comparación con otros carnívoros.⁴

En el intestino delgado continúa la digestión de carbohidratos por acción de la amilasa pancreática. Los hurones solo pueden digerir carbohidratos simples, ya que carecen de algunas enzimas (amilasa, proteasas, lipasa monocilglicerido, dipeptidasa glicil-leucina y sacarasa) que poseen los omnívoros y herbívoros para desdoblar carbohidratos. Mientras que, la actividad de las disacáridasas (maltasa, sacarasa, lactasa) se presenta en la mucosa del yeyuno sin ningún problema.^{3,5}

1.4.4 Colon

Su flora intestinal anaerobia es muy baja, lo que conduce a una limitada capacidad de fermentación.¹⁴ Esta flora es abundante en muchos mamíferos para desdoblar carbohidratos, pero escasa en los hurones.³

1.5 NECESIDADES ENERGÉTICAS

En los hurones, los requisitos de energía se expresan en energía metabolizable (EM). Las necesidades de energía del hurón en mantenimiento, son 200 a 300 Kcal EM/kg de peso corporal al día.^{2,3,4,5}

1.6 NUTRIENTES

1.6.1 Proteínas

Las proteínas están formadas por grandes cantidades de aminoácidos unidos mediante un enlace peptídico, que une al grupo amino de un aminoácido con el grupo carboxilo del siguiente¹³ (Figura 3).

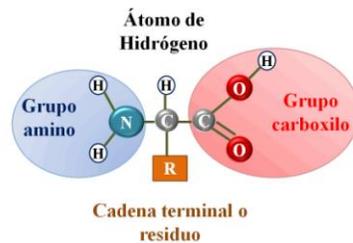


Figura 3. Esquema de la estructura química de un aminoácido.

Los hurones al ser carnívoros estrictos, requieren de proteínas para obtener aminoácidos esenciales y no esenciales que son aprovechados para el crecimiento, el mantenimiento y la gluconeogénesis, que a diferencia de los perros, se mantiene constante debido a que requieren aprovechar los aminoácidos para generar energía^{3,4} en vez de hacerlo solo en ausencia de glucosa.¹⁸

Los carnívoros estrictos como los gatos y posiblemente los hurones, también requieren mayores cantidades de algunos aminoácidos, debido a que su organismo carece de determinados procesos enzimáticos indispensables para su síntesis. Entre ellos, la síntesis de arginina un aminoácido, que interviene en la eliminación del nitrógeno y amoníaco, mediante el ciclo de la urea.⁹ Su deficiencia, se debe a la incapacidad del organismo de sintetizar ornitina, un precursor de la arginina, debido a una insuficiencia de enzimas

específicas intestinales.¹⁰ La baja concentración de este aminoácido puede llegar a producir una hiperamonemia en hurones jóvenes.^{14,15}

Otro aminoácido que debe ser complementado en la dieta de los hurones, es la taurina,⁴ un aminoácido azufrado presente en los tejidos animales de forma libre; que en los perros, es sintetizado a partir de metionina y cisteína, por lo cual no es necesario adicionarlo en su dieta. En carnívoros estrictos las enzimas implicadas en su síntesis: la cisteína dioxigenasa y la cisteína ácido sulfónico descarboxilasa, son escasas, lo que indica que la síntesis de estos, también es reducida.¹⁶ La taurina, está relacionada con el funcionamiento de las plaquetas, linfocitos, células cerebrales y en el músculo cardiaco, así como en los bastones y conos de la retina.¹⁵

El consumo diario de alimento en el hurón, depende de la concentración de la energía en la ración y no de la concentración de proteína. Sin embargo, los aminoácidos glucogénicos son de vital importancia en esta especie para la producción de glucosa a partir del contenido proteico de la dieta, por lo tanto, los hurones deben consumir de 30 a 40% de proteínas en materia seca (MS).^{2,3,4,6,7,14}

La ingesta de proteínas debe cumplir con los requerimientos de aminoácidos esenciales que el hurón no puede sintetizar, por lo tanto la fuente de proteína es tan importante como su concentración.⁴

1.6.2 Carbohidratos

La tolerancia de los carnívoros estrictos a los azúcares simples se encuentra limitada, debido a la baja capacidad enzimática para digerirlos y aprovechar su ingestión, esta

situación acarrea una absorción más lenta, debido a la disminución de la flora gastrointestinal y algunas enzimas.¹²

Los hurones pueden aprovechar eficientemente la dextrina, la maltosa y la glucosa, sin embargo, la sacarosa y la fructosa se excretan principalmente en la orina.⁵

Cuando la ingesta de grasas y proteínas (AA glucogénicos) es suficiente, el hurón no presenta una necesidad de carbohidratos, ya que la gluconeogénesis mantiene la glucosa en niveles adecuados en sangre.^{4,5}

Teniendo en cuenta que el hurón no tiene ninguna necesidad real de carbohidratos, las recomendaciones de la dieta se limitan de 8 a 15 % de carbohidratos.⁴

1.6.3 Lípidos

La concentración de lípidos determina la ingesta diaria de alimentos, los triglicéridos estimulan la ingesta de los alimentos porque aumentan el apetito y se ha demostrado en los hurones (como en gatos), que los alimentos que contienen un alto contenido de grasa son los preferidos. Además que contribuyen a la sensación de saciedad al retrasar el vaciado gástrico.⁴

Las grasas animales son más digeribles que los aceites vegetales y ayudan a incrementar la palatabilidad del alimento, además, mantienen la piel flexible y contribuye a la formación de un pelaje más grueso y resistente. La mejor fuente de ácidos grasos para el hurón, es la grasa de pollo o de otras aves y en menor proporción la grasa de res.^{4,17,19}

La necesidad lipídica de los hurones va de un 18 a 30% para el mantenimiento.⁴

1.6.4 Fibra

Los hurones no pueden digerir dietas altas en fibra,² debido a que el aumento de fibra atrae líquidos al lumen intestinal, provocando un aumento en el volumen de las heces, causando un efecto laxante. Es decir el exceso de fibra puede dar lugar a diarrea osmótica, por lo tanto los hurones deben de incluir en su dieta menos de 1% de fibra.⁴

1.7 ALIMENTACIÓN

Desde una perspectiva taxonómica, los hurones y los perros, pertenecen al orden *Carnívora* y por lo tanto se clasifican como carnívoros, pero desde una perspectiva alimentaria, los perros son omnívoros, mientras que los hurones son carnívoros estrictos. La diferencia de la utilización del alimento se evidencia en las adaptaciones anatómicas, fisiológicas, metabólicas y conductuales, que se han mencionado anteriormente.^{14,18}

Los hurones son excelentes cazadores, su dieta en vida libre está conformada por presas pequeñas (ratas, ratones, conejos, pequeñas aves y reptiles).

Durante la reproducción de estos animales con fines comerciales, surgió la necesidad de mejorar su dieta iniciándose los estudios sobre alimentación y la formulación de dietas, hace más o menos 50 años dentro de las granjas Marshall en Estados Unidos.^{3,4} Las dietas comerciales para hurón salieron al mercado hace aproximadamente 40 años siendo los Estados Unidos el principal productor de alimento seco para estos animales, mientras que en algunos países como: Australia, Gran Bretaña y Nueva Zelanda los hurones siguen siendo alimentados con carne fresca o congelada.^{3,19}

Los requerimientos nutricionales del hurón, aún no se saben con exactitud, sin embargo, a través de los diferentes estudios se hace una aproximación^{4,7,19} (Cuadro 1).

Cuadro 1

NECESIDADES NUTRICIONALES DEL HURÓN
(*Mustela putorius furo*)

Nutrientes	Requerimientos en materia seca (MS)
Proteína cruda	30-55%
Lípidos	18-30%
Carbohidratos	8-15%
Fibra	1%

Tomado de L'alimentation du furet (*Mustela furo*): bases théoriques et besoins nutritionnels. État des connaissances.⁴

Las croquetas son la comida más utilizada para alimentar a los hurones, existen actualmente en el mercado numerosas dietas comerciales para estos, que tienen diferente calidad dependiendo del tipo de ingredientes usados en su formulación; no obstante, hay que recordar que el principal objetivo no solo es alimentar a la mascota con alguno de estos productos, sino cubrir sus necesidades nutricionales con ellos. Los principales productos en el mercado mexicano, para alimentar a los hurones se encuentran en el Cuadro 2.

Cuadro 2

DIETAS COMERCIALES UTILIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE HURONES

	PROT. Mínimo %	GRASA %	FIBRA Máximo %	CENIZA %
ALIMENTOS COMERCIALES PARA HURÓN				
Mazuri ferret diet	38	20.5	4	7.5
ZuPreem Premium	40	20	2	10
GAL Alimento Premium	44	18	2	11
Biomaa furo Crunchs	35	20	6	12
Pet's club Alimento para hurón	35	20	6	12
Abene ferret diet	38	12	4	12
Hartz dieta para huron	32	10	4	8

ALIMENTO COMERCIAL PARA GATO UTILIZADO EN LA ALIMENTACIÓN DE
HURONES

Whiskas gatito	31	10	4.5	8
Cat Chow	36	11	3	8

ALIMENTO COMERCIAL PARA PERRO UTILIZADO EN ALIMENTACIÓN DE
HURONES

Pedigree Etapa 3	21	8	4	12
Dog Chow Adultos	21	10	4.5	8

Si se alimenta a los hurones con productos balanceados comerciales, hay que tomar en cuenta que estas dietas pueden contener granos, que son necesarios para mantener las croquetas en su forma sólida, por lo cual, el propietario debe leer cuidadosamente la lista de ingredientes de dicho alimento y constatar que su alimento contenga como principal fuente de proteína, productos cárnicos para cubrir sus necesidades de aminoácidos glucogénicos, así como en menor contenido granos, que pueden provocar trastornos digestivos.^{3,4,5,14,19.}

La comida para perro es altamente palatable para los hurones debido a que están recubiertas de grasas animales que son de buen sabor, provocando aceptación del producto, sin embargo, este tipo de dietas pueden generar depresión inmune y desnutrición causando la muerte.^{3,4,17,19}

1.8 METABOLISMO DE PROTEÍNAS

Como se ha mencionado anteriormente, las proteínas son de sumo valor biológico para los hurones, ya que sus necesidades energéticas tienen que ser abastecidas a partir de aminoácidos a diferencia de los omnívoros y herbívoros. Los carnívoros estrictos, como los gatos o los hurones, no tienen capacidad para reducir su metabolismo proteico, aún cuando

reciban alimentos deficientes en proteínas, debido a que siempre catabolizan una cantidad fija de estas.^{14,16,20,21}

1.8.1 Desaminación y Transaminación

La desaminación como su nombre lo indica, separa el grupo amino de un aminoácido dejando libre la cadena carbonatada, gracias a las enzimas amino oxidasas. La cadena carbonatada puede transformarse en diferentes metabolitos. Si se forman precursores de las vías gluconeogénicas se denominan aminoácidos glucogénicos y si forma acetil CoA y cuerpos cetónicos los aminoácidos son llamados cetogénicos, e incluso existen algunos aminoácidos que pueden formar ambos compuestos^{21,22,23} (Figura 4).

No obstante la separación del grupo amino no depende solo de la desaminación, generalmente el grupo amino también puede ser transferido a otro compuesto, a esto se le denomina transaminación, esta reacción es catalizada por enzimas denominadas aminotransferasas. En la transaminación un cetoácido recibe el grupo amino, dando como resultado la formación de un α -cetoácido, que es correspondiente al aminoácido aceptor; el más común es la formación de α -cetoglutarato. Por lo tanto, como resultado de la transaminación y desaminación se generan sustancias como los α -cetoácidos, piruvato y acetil CoA, que proporcionan los sustratos para la generación de energía^{21,22,23} (Figura 4).

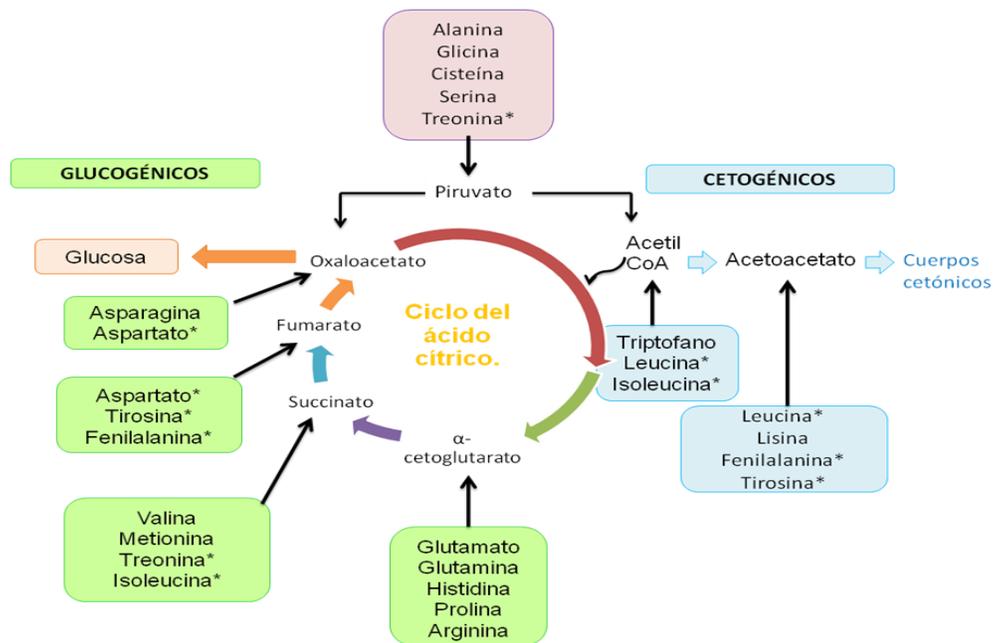


Figura 4. Esquema de entrada de los diferentes sustratos a la vía glucogénica.

1.8.2 Gluconeogénesis

La gluconeogénesis es la síntesis de glucosa a partir de fuentes diferentes a los carbohidratos (lactato, glicerol y principalmente aminoácidos) con la finalidad de mantener los niveles de glucosa en sangre.²²

En el hígado y riñón, se encuentran las enzimas necesarias para llevar a cabo esta vía metabólica, consecuentemente solo se genera en ellos, pero principalmente en hígado.

La gluconeogénesis convierte 2 moléculas de piruvato en glucosa, a través de 11 reacciones metabólicas, una mitocondrial y el resto se llevan a cabo en el citosol. Ocho de estas reacciones son inversas de la glucólisis y las tres restantes, son propias de la gluconeogénesis e irreversibles.^{23,24}

En la primera reacción, la enzima mitocondrial piruvato carboxilasa, cataliza la unión de piruvato y CO_2 para formar oxaloacetato, esta reacción requiere de energía, tomada mediante la hidrólisis de un ATP. El oxaloacetato resultante es reducido a malato, para atravesar la membrana mitocondrial. En el citosol es reoxidado nuevamente a oxaloacetato para continuar las siguientes reacciones, donde la enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinasa cataliza la conversión de oxaloacetato a fosfoenolpiruvato. Esta reacción también requiere de energía, generada por la hidrólisis de un GDP.^{22,24}

El fosfoenolpiruvato se convierte en fructosa 1,6 bifosfato, mediante las reacciones reversibles de la glucólisis e inmediatamente después ocurre la segunda reacción irreversible de la gluconeogénesis, cuando la fructosa 1,6 bifosfato se reduce por la enzima fructosa 1,6- fosfatasa a fructosa 6-fosfato. Posteriormente la enzima fosfoglucoisomerasa convierte a la fructosa 6-fosfato en glucosa 6-fosfato, en el riñón se utiliza este metabolito para cubrir sus necesidades energéticas, sin embargo en el hígado ocurre la última reacción irreversible de la gluconeogénesis, debido a que es el único órgano que proporciona glucosa al sistema porta, cuando la enzima glucosa-6fosfatasa, reduce la glucosa 6-fosfato a glucosa para proporcionar energía al organismo^{22,23,24} (Figura 5).

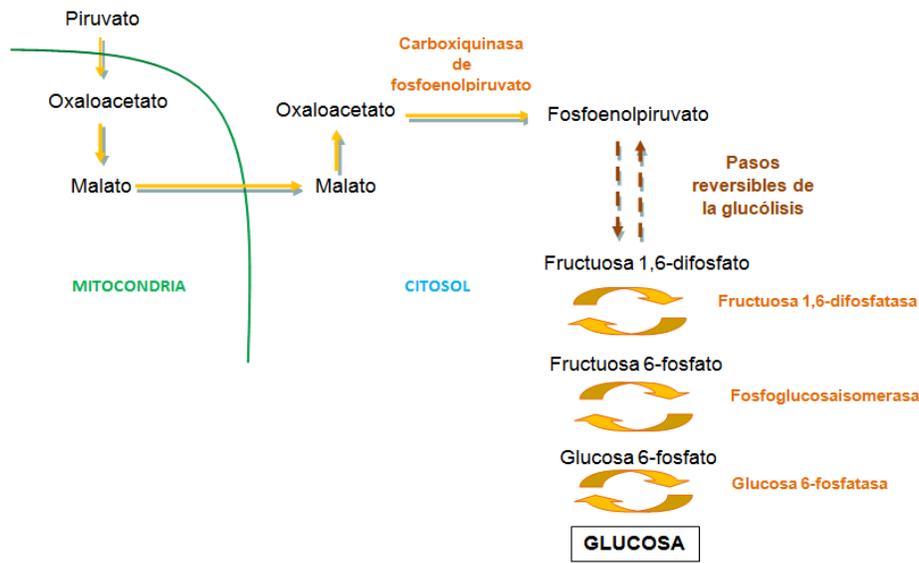


Figura 5. Gluconeogénesis. Modificado de GANONG W. Review of Medical Physiology 22ed. USA. Mc. Graw Hill.2005.¹³

1.8.3 Formación de urea

El catabolismo de proteínas es constante en el organismo de los carnívoros estrictos, ya que los sistemas enzimáticos del hígado (transaminación y desaminación) se encuentran en actividad constante. Estos necesitan una vía eficiente para la eliminación de los compuestos nitrogenados, por lo tanto la excreción eficaz del amoníaco es tan importante como la gluconeogénesis, ya que es una sustancia tóxica cuyo aumento en la sangre y los tejidos puede crear lesiones en el tejido nervioso.^{22,23,24}

El mecanismo con el que dispone el organismo para la eliminación del amoníaco es mediante la síntesis y excreción de urea. La síntesis de urea se lleva a cabo en el hígado y de este órgano pasa al torrente sanguíneo para posteriormente ser filtrado en los riñones y ser excretado del cuerpo mediante la orina.^{23,24}

La urea es un compuesto de baja toxicidad, formado por 2 moléculas de amoníaco y una de CO_2 (Figura 6). En esta ruta cíclica, intervienen 5 reacciones, 2 de ellas mitocondriales y 3 citosólicas en las cuales se gastan 3 ATP y se genera una molécula de NADH.²³

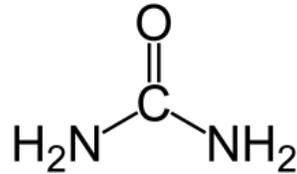


Figura 6. Esquema de una molécula de urea.

1.8.3.1 Ciclo de la urea

El ácido carbónico se activa con ayuda de un ATP para formar carbonil fosfato, este se adhiere al amonio y se fosforila con ayuda de un ATP y forman carbamoil fosfato, este se transfiere a la ornitina y forman citrulina. La citrulina se une con el aspartato, obteniendo así la segunda molécula de nitrógeno al unirse a este aminoácido y forman argino succinato con ayuda de un ATP. Después la enzima arginosuccinasa desprende al aspartato como fumarato y finalmente la arginina se hidroliza para formar urea y ornitina, esta última regresa de nuevo al ciclo^{22,23,24} (Figura 7).

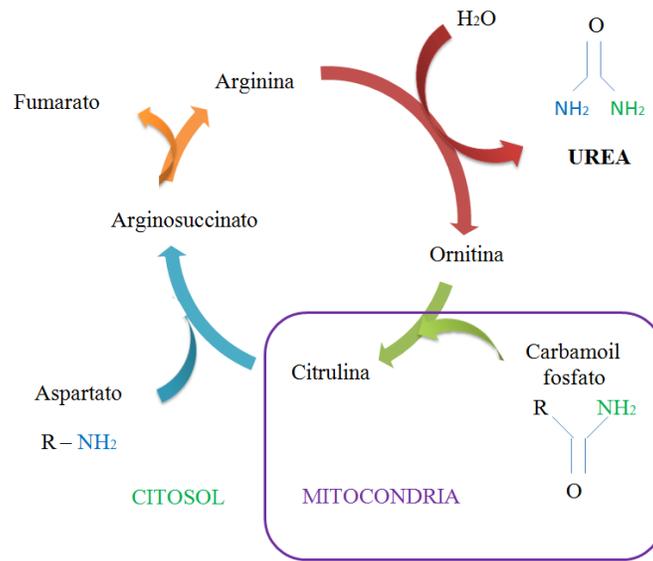


Figura 7. Esquema del ciclo de la Urea.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el principal uso de los hurones es como animal de compañía y su popularidad va en aumento debido a su pequeño tamaño, fácil manejo y carácter extrovertido. Dentro de sus cuidados, la nutrición tiene una estrecha relación sobre la salud de estos animales y existen diversos factores por los cuales pueden ingerir directa o indirectamente alimentos que no son aptos para su nutrición, como comidas secas peletizadas para otras especies incluida la dieta para perro. Lo anterior, puede generar un impacto en su metabolismo, que posteriormente deterioren su salud y por lo tanto, se buscan las bases para determinar que la dieta para perro utilizada para la alimentación de hurones, no es una opción viable para su mantenimiento.

3. HIPÓTESIS

Los hurones que consuman alimento comercial para perro aumentarán la concentración sérica de glucosa, urea y amoniaco en comparación con los que consuman alimento comercial para hurón.

4. OBJETIVO

Comparar el efecto del alimento para hurón y para perro sobre las concentraciones séricas de glucosa, urea y amoniaco en hurones jóvenes en mantenimiento, durante un periodo de 56 días.

4.1 Objetivos específicos

- 1) Determinar la concentración sérica de glucosa en hurones alimentados con dieta para perro y propia para la especie, comparando las concentraciones con las consideradas normales.
- 2) Determinar la concentración sérica de urea en hurones alimentados con dieta para perro y propia para la especie, comparando las concentraciones con las consideradas normales.
- 3) Determinar la concentración sérica de amoniaco en hurones alimentados con dieta para perro y propia para la especie, comparando las concentraciones con las consideradas normales.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 10 hurones (*Mustela putorius furo*) de 8 meses de edad aproximadamente. Los animales se dividieron en dos grupos de estudio de 5 ejemplares cada uno. Ambos grupos tuvieron un periodo de adaptación de dos semanas a las instalaciones, la reagrupación y los nuevos ejemplares; durante este periodo fueron alimentados con dieta comercial para hurón.*

5.1 INSTALACIONES

Los ejemplares se ubicaron en un domicilio particular, en una habitación cerrada, de manera individual se colocaron en jaulas conformadas de rejillas y una base plástica (62 cm largo x 32 cm de ancho x 37 cm de altura). En cada jaula, se colocó una hamaca de 34x34cm, bebederos de plástico con una capacidad de 32 onzas, platos de metal de 15cm de diámetro con una profundidad de 7cm atornillados a las jaulas y en la charola de plástico, sustrato biodegradable (Biolan).

5.2 ALIMENTACIÓN

Transcurrido el periodo de adaptación, el grupo experimental fue alimentado con dieta comercial para perro,^o mientras que el grupo control siguió siendo alimentado con dieta comercial para hurón* (Cuadro 3). A todos los ejemplares se les suministró en promedio 77.1g de alimento, una vez al día; y antes de servir la nueva porción, se pesó todo lo que no

* Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet .

^o Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

fue consumido y se registro en una bitácora con la finalidad de medir consumo voluntario, durante la fase experimental.

Cuadro 3

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS
PROPORCIONADOS

	Alimento para perro ^o	Alimento para hurón [*]
Proteína Cruda (PC)	21%	38%
Extracto Etéreo (EE)	8%	20.5%
Fibra Cruda (FC)	4%	4%
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)	43%	18%
Cenizas (CEN)	12%	7.5%
Humedad (HUM)	12%	12%

EE= Contenido aproximado de la cantidad de grasa.

ELN= Contenido aproximado de la cantidad de carbohidratos.

5.3 MANEJO

A cada grupo de hurones se les permitió salir a jugar durante 30 minutos una vez al día, en los cuales se dejaron sueltos en la habitación cerrada para ejercitarse y disminuir el estrés, mientras se realizaban las labores de limpieza y se registraba la medición del consumo voluntario. Al finalizar se les proporcionaba agua y comida fresca.

5.4 TOMA DE MUESTRA

El primer muestreo se realizó en el día 0 del experimento, con la finalidad de tener un valor de referencia basal y posteriormente los ejemplares fueron muestreados al día 14, 28, 42 y 56 para observar y analizar los cambios producidos a nivel sanguíneo de los analitos glucosa, urea y amoniaco séricos.

* Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

^o Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

Para la toma de muestra, los hurones fueron sujetados jalando la piel de la parte posterior del cuello⁴ y con la otra mano se presentó una de las extremidades anteriores haciendo presión a la altura del codo, para exponer la vena cefálica. Se extrajo aproximadamente 0.3mL de sangre de cada ejemplar con jeringas de 1mL y agujas calibre 23.^{3,7} Posteriormente la muestra fue vertida en un microtainer gel sin aditivo (BD), previamente identificado con el número de ejemplar y el grupo de estudio al que pertenece, para ser introducido en la centrífuga (IDEXX statspin) por 120 segundos a 15,800 rpm/13,700 xg. Al terminar el ciclo se extrajo el suero con una pipeta de plástico y se depositó en un frasco para muestras, inmediatamente se tomó el suero con la pipeta del analizador de bioquímica sanguínea Vet-Test 8008 (IDEXX) y se procesaron las muestras, utilizando una tecnología de placa en seco.

5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevo a cabo con el diseño de un factor, para mediciones repetidas, MANOVA, este análisis permite identificar si los cambios en las variables independientes (tipo de alimentación), tienen efectos significativos sobre las variables dependientes (consumo voluntario y analitos: glucosa, urea y amoniacó) a través del tiempo. Este análisis también identifica el grado de interacción entre estas variables.²⁵

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Concentración de proteína cruda (PC)

Con la finalidad de conocer la cantidad de proteína cruda de cada alimento se realizó el análisis mediante el método Kjeldahl (Cuadro 4).

Cuadro 4

RESULTADOS DEL ANÁLISIS PARA DETERMINAR LA CANTIDAD PROTÉICA (PC) DE CADA ALIMENTO

Muestra	MS	%PC
Alimento para hurón [★]	91.93	35.39
Alimento para perro [○]	98.38	22.07

MS= Matertia seca

El alimento comercial para hurón[★] presenta un porcentaje mayor de proteína cruda (35.39%) con respecto al alimento para perro[○] (22.07%), sin embargo, en el análisis garantizado de estos alimentos menciona que deben de contener como mínimo 38% y 21% de proteína cruda (PC), respectivamente. Con base en lo reportado por diferentes autores, se menciona que la cantidad aceptable de proteína en alimentos comerciales para hurón debe ser del 30% al 40%.^{2,3,6,7,14} A pesar de que el alimento para perro[○] cumple con la cantidad determinada de PC en su etiqueta, se muestra por debajo de las necesidades del hurón, ya que en base a lo reportado por Bell y Fox (1998), al proporcionar menos del 30 % de PC en la dieta de estos animales, se ha observado una falta de desarrollo en hurones jóvenes, así como un incremento en infecciones respiratorias, gastrointestinales y parasitarias

[★] Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

[○] Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

relacionadas con inmunosupresión.²⁶ Bell (1999), quien sugiere que un hurón alimentado exclusivamente con comida para perro, finalmente mueren de desnutrición o depresión del sistema inmune.^{19,26,27}

Finalmente el alimento para hurón se encuentra en el promedio considerado aceptable para la dieta de un hurón, aun que este no contiene la cantidad mínima de proteína reportada en su etiqueta.

6.2 Glucosa

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$), a través del tiempo sin importar el tipo de dieta, por lo tanto se compararon las medias entre los muestreos, (Cuadro 5) con la finalidad de determinar en qué muestreo o muestreos se marco la diferencia estadística y poder determinar sus causas (Cuadro 6).

CONCENTRACIÓN SÉRICA DE GLUCOSA POR MUESTREOS	
No. de muestreo	MEDIA ± DESV. EST.
1	125.18 ± 11.52
2	117.05 ± 6.87
3	114.8 ± 9.67
4	126.9 ± 14.02
5	117.3 ± 14.06

Todos los resultados están expresados en mg/dL.

SIGNIFICANCIA ENTRE MUESTREOS	
No. de muestreos	Significancia
1 – 2	$P > 0.05$
2 – 3	$P > 0.05$
3 – 4	$P < 0.05$
4 - 5	$P > 0.05$

En base a lo reportado en el cuadro 6, se observa que entre el muestreo 3 y 4 hubo una diferencia estadística ($P < 0.05$), a pesar de que las concentraciones de glucosa se vieron incrementadas entre estos muestreos, no representan una hiperglucemia, debido a que los parámetros se encuentran en el rango considerado normal para esta especie (54-135 mg/dL).²⁸ Un posible factor que puede alterar este parámetro es el estrés causado por el manejo de los animales durante el muestreo (Figura 8).

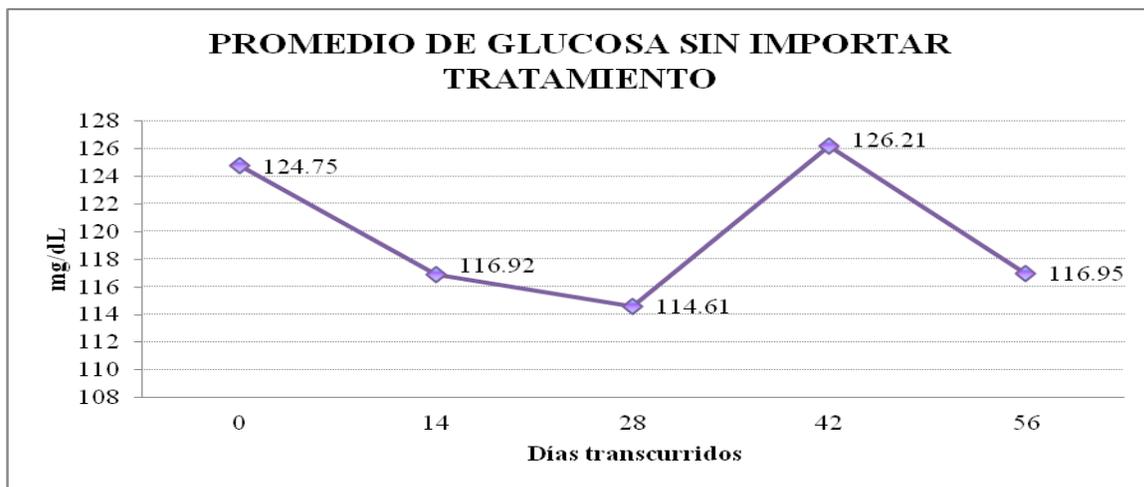


Figura 8. Concentración de glucosa a los 0,14, 28, 42 y 56 días. (Expresado el mg/dL)

Al comparar los datos del consumo voluntario (Anexo 1), se descarta esta teoría ya que se registró un aumento de consumo en ambos grupos posiblemente asociado a que la ingesta de alimento en hurones tiene variación estacional con iluminación natural. Según Bell (1999), estos comen más durante el otoño como preparación para el invierno y experimentan un aumento de peso hasta de un 40% sin que sea perjudicial para su salud, este fenómeno puede verse disminuido con luz artificial.^{4,14,27,29}

En la concentración sérica de glucosa no hubo diferencia significativa entre los animales que consumieron dieta para hurón y los que fueron alimentados con dieta para perro ($P>0.05$). Probablemente se deba a que los ejemplares que consumieron alimento para perro utilizaron el exceso de carbohidratos para generar energía y no usaron su patrón normal de producción de glucosa a partir de proteínas. Por lo tanto, los carbohidratos fueron aprovechados para el mantenimiento, lo que generó que la concentración de glucosa en sangre permaneciera en rango. En un estudio realizado en gatos, donde la concentración de carbohidratos en la dieta era elevada, se observó que hubo una adaptación metabólica para aprovechar los nutrientes de la dieta. Ya que el gato es un carnívoro estricto al igual que el hurón, se argumenta que durante la fase experimental de este estudio, hubo una adaptación metabólica de aquellos animales que consumieron dieta para perro.³⁰

Varios especialistas de Estados Unidos y Australia sugieren que el exceso de carbohidratos en la dieta de los hurones a través del tiempo, puede provocar una estimulación excesiva de la secreción de insulina,¹⁹ que genera hiperplasia de las células β del páncreas y conduce a la formación de tumores (insulinoma).⁴ Esta patología es multifactorial y en esta especie existe una predisposición genética, pero en los países donde los hurones son alimentados a base de carne, se ha observado una baja incidencia de esta neoplasia, sustentando la teoría anterior.¹⁹

En la interacción entre los muestreos y los grupos tratados tampoco se encontró diferencia significativa ($P>0.05$), por lo tanto en un intervalo de 56 días, no hubo evidencia de que el tipo de dieta modificara la concentración sérica de glucosa, probablemente por lo que se mencionó anteriormente.

6.3 Urea

En el analito urea se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ambos tratamientos. En el grupo control (alimentados con dieta para hurón) tuvo una mayor concentración sérica de urea a diferencia del grupo experimental (alimentados con dieta para perro). No obstante, la concentración sérica de este analito se encuentra en el rango considerado normal para la especie (20-40mg/dL)²⁹ (Cuadro 7).

Cuadro 7
CONCENTRACIÓN SÉRICA DE UREA EN AMBOS
TRATAMIENTOS

	GRUPO	MEDIA \pm DESV. EST.
1	Dieta comercial para hurón*	29.72 \pm 1.48
2	Dieta comercial para perro ^o	24.6 \pm 4.69

Todos los resultados están expresados en mg/dL.

La dieta del hurón como carnívoro estricto debe contener una cantidad elevada de proteína y esta debe de ser de origen animal para cubrir sus necesidades de aminoácidos esenciales. Los desechos nitrogenados de este metabolismo, son eliminados en forma de urea, por lo que Lewington (2007) y Bell (2009), sugieren que un valor elevado en sangre de este analito, es un indicador de hurones saludables, por la cantidad de proteína que metabolizan para generar energía,^{3,4,27} por lo tanto, Fox (1998) y en el artículo de Piazza y Diez (2009), donde citan a Finkler (2004), menciona que cuando la ingesta de grasas y proteínas (AA glucogénicos) es suficiente, el hurón no presenta una necesidad de carbohidratos, ya que la gluconeogénesis mantiene la glucosa en niveles adecuados en sangre.^{4,5}

* Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

^o Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

En este estudio el grupo que consumió dieta para perro, como se mencionó anteriormente, probablemente tuvo una adaptación metabólica para aprovechar mejor los nutrientes y generaron glucosa a partir de los carbohidratos proporcionados, por lo tanto disminuyeron la concentración sérica de urea, ya que cuando se ingiere una dieta baja en proteína pero con calorías suficientes disminuye la producción de ésta.^{13,30}

Se esperaba que la concentración sérica de urea fuera más elevada en el grupo experimental debido a que estos animales utilizarían proteína endógena para cubrir sus necesidades energéticas ya que la catálisis de proteína muscular (desaminación) aumenta la concentración de urea, sin embargo, los niveles de glucosa a partir de los carbohidratos contrarrestó el catabolismo proteico (efecto ahorrador de proteínas). Es probable que esto se deba a la acción de la insulina que se generó por la glucosa y que inhibe la degradación de proteína muscular.¹³

Existe la posibilidad de que el alimento para hurón, debido a que contiene una mayor cantidad de proteínas, la cual es utilizada en gran parte para la producción de energía (glucosa) por medio de la gluconeogénesis hepática, promueva la desaminación de mayor cantidad de aminoácidos, produciendo una mayor cantidad de amoníaco el cual debe ser eliminado del organismo, por su alta toxicidad y por tal motivo es metabolizado a urea para ser desechado del organismo vía renal, incrementándose así la concentración sérica de este analito.^{4,12,13,20}

La concentración sérica de urea no mostró diferencia en la interacción entre muestreos y los grupos tratados ($P>0.05$), ni tampoco a través del tiempo entre mediciones ($P>0.05$). Por lo

tanto, se puede asumir que se presentó un cambio en la concentración sérica de urea, dependiendo del tipo de dieta pero sin importar el tiempo de consumo de cualquiera de éstas.

6.4 Amoniaco

En la concentración de amoniaco en sangre, no hubo diferencia significativa de ningún tipo, tanto en la interacción entre los muestreos y los grupos tratados ($P>0.05$), a través del tiempo ($P>0.05$) o entre tratamientos ($P>0.05$).

Al no reportar diferencia estadística significativa ($P>0.05$) sobre la concentración sérica de amoniaco, se demuestra que sin importar el tipo de dieta, ni del tiempo; el ciclo de la urea se mantuvo constante, impidiendo la acumulación de desechos nitrogenados evitando así problemas de intoxicación. Sin embargo, se esperaba que la concentración sérica de amoniaco también se viera incrementada por la producción de energía a partir de proteína endógena, ya que el catabolismo de los aminoácidos del músculo (desaminación) genera grupos amino que deben ser excretados rápidamente por la formación de urea antes de alcanzar niveles tóxicos de amoniaco.^{13,20,29}

A pesar de que el alimento para perro contiene una menor cantidad de proteína, este cumple con la necesidad de arginina de los hurones, ya que es un aminoácido limitante en esta especie, debido a que no posee los procesos enzimáticos para su síntesis y por lo tanto debe ser adicionado en la dieta. La arginina es de vital importancia en los carnívoros estrictos, (Pérez, et al, (2012) y Hoenig, (2014) para la eliminación de los grupos nitrogenados, al ser un precursor de la ornitina, uno de los intermediarios del ciclo de la urea.^{16,29}

En la investigación de Deshmukh et al; (1994), se determinó que la deficiencia de arginina causa hiperamonemia en hurones en un lapso de 2 a 3 horas antes de que se presenten los primeros signos (postración, vómitos y convulsiones),²⁹ por lo cual concluimos que la dieta para perro, aún sin conocer la concentración de arginina, no provoca problemas en la excreción de amoniaco y se puede asumir que el alimento contiene una concentración adecuada de este aminoácido y por lo tanto, no se ve afectada la producción de urea, ni se mostró elevación sérica de este analito^{4,15,16,18,29}

6.5 Consumo voluntario

Se observa una diferencia significativa en los diferentes tratamientos ($P < 0.05$). Los animales que fueron alimentados con dieta para hurón,* consumieron una menor cantidad de alimento que aquellos que fueron alimentados con dieta para perro^o (Cuadro 8).

Cuadro 8

CONSUMO VOLUNTARIO PROMEDIO POR DÍA	
GRUPO	MEDIA \pm DESV. EST.
1. Comida comercial para hurón*	34.08 \pm 7.74
2. Comida comercial para perro ^o	45.70 \pm 8.14

Todos los resultados están expresados en gramos.

En el artículo de Piazza, Diez (2010) citan a Fox y Mc Lain (1998) quienes puntualizaron que la cantidad de lípidos en el alimento determinan la cantidad de consumo, por lo cual los hurones se alimentaran hasta satisfacer sus necesidades, por lo tanto esta diferencia de consumo puede deberse a que con menos cantidad de alimento, el grupo que fue alimentado

* Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

^o Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

con dieta para hurón cubrió sus requerimientos de energía más fácilmente que con la dieta para perro (Figura 10), ya que ofrece una menor cantidad de lípidos (8%) en comparación con el alimento para hurón (20.5%) por lo tanto los ejemplares del grupo experimental aumentaron su consumo, además habrá que considerar la cubierta de grasa animal que recubre el alimento para perro que aumenta su palatabilidad y facilita su consumo.⁴

En el consumo voluntario no se observó diferencia significativa en la interacción entre los muestreos y los grupos tratados ($P>0.05$), ni tampoco a través del tiempo, ($P>0.05$).

7. CONCLUSIÓN

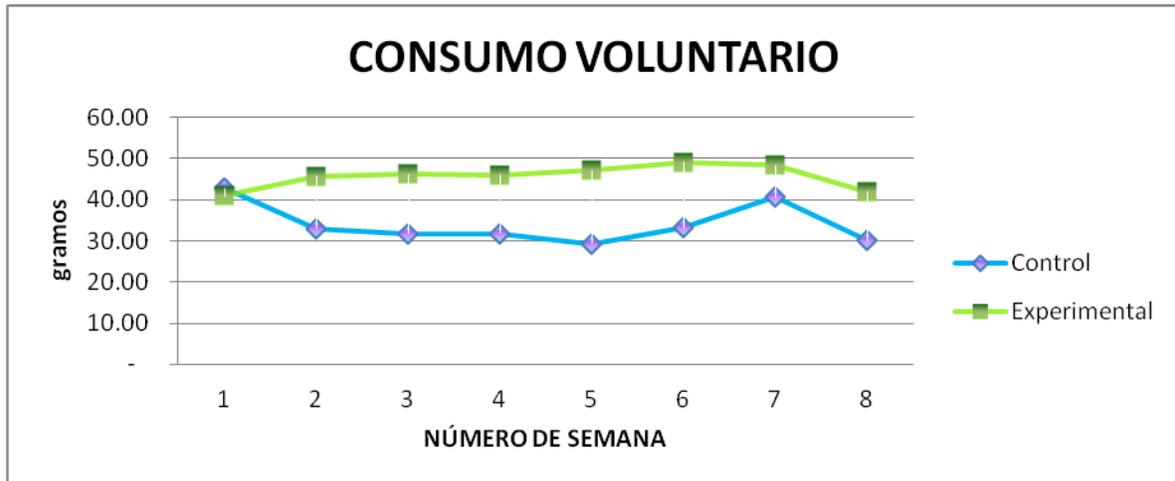
- El alimento comercial para perro[○] contiene una cantidad elevada de carbohidratos que fueron metabolizados para generar energía en ausencia del abastecimiento correcto de proteínas, por lo tanto en un lapso de 56 días no se observaron cambios que indicaran que los hurones alimentados con este tipo de dieta, metabolizaran proteína endógena (muscular), pudiéndose evidenciar con la pérdida de peso sin embargo esta variable no fue incluida en el proyecto.
- Se registró un correcto funcionamiento en la excreción de amoniaco y formación de urea sin importar el tipo de dieta, lo cual sugiere que en ambas dietas la concentración de arginina es balanceada, permitiendo un correcto funcionamiento de la eliminación de amoniaco por medio de la síntesis de urea.
- El consumo voluntario en el grupo experimental fue significativamente más elevado que en el grupo control, debido a que la dieta para perro proporciona un bajo contenido nutricional para esta especie y por lo tanto, estos ejemplares aumentaron su ingesta para cubrir sus necesidades energéticas.
- A pesar de que en un lapso de 56 días no hubo diferencia significativa en el analito glucosa, no se descarta la hipótesis de que el consumo excesivo de carbohidratos llegue a generar hiperplasia de las células β del páncreas y conduzca a la formación de tumores, por lo cual se necesitan trabajos más extensos para evaluar a largo plazo el efecto del consumo de dietas para perro en hurones.

* Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

○ Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

8. ANEXO

8.1. CONSUMO VOLUNTARIO



Control: alimentados con dieta para hurón.★ Experimental: alimentados con dieta para perro.○

Anexo 1. Gráfica de consumo voluntario en hurones alimentados con dos dietas diferentes, durante 8 semanas. (Todos los resultados están expresados en gramos)

★ Alimento para hurón: Mazuri Ferret Diet.

○ Alimento para perro: Pedigree, Etapa 3.

9. LITERATURA

1. Matchett C., Marr R., Berard F., Cawthon A.G. y Swing S.P. (2012). The laboratory ferret. New York, United States of America: CRC Press.
2. Carpenter J.W., Quesenberry K.E. (2012). Section one Ferrets. Lauren V. P., Brown S. (eds.). Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery. 3th ed. Missouri, United States of America: Elsevier.
3. Lewington, J.H. (2007). Ferret husbandry, Medicine and Surgery. 2nd ed. Philadelphia, United States of America: Elsevier.
4. Piazza, S., Diez, M. (2009). L'alimentation du furet (*Mustela furo*): bases théoriques et besoins nutritionnels. État des connaissances. Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie. Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie, 44(8), 69—76.
5. Fox, J.G. (1998). Biology and Diseases of the Ferret. 2nd ed. Philadelphia, United States of America: Williams & Wilkins.
6. Brousset, D.M., De la Torre, M.A. (1998). ¿Nuevos pacientes en la clínica de pequeñas especies? Biología y medicina de hurones. AMMVEPE, 9(5),157-166.
7. Banks, R.E., Sharp, J.M., Doss, S.D., Vanderford, D.A. (2012). Exotic Small Mammal Care and Husbandry. North Carolina, United States of America: Wiley-Blackwell.
8. Meredith, A., Redrobe, S. (eds.). (2002). BSAVA Manual of exotic pets. 4th ed. Barcelona, Spain: BSAVA.

9. Matulich, E. (2000). Ferret domesticity: A primer. Ferrets USA magazine. [Online] Ferret articles. 5 (6), [Consultado: 2014/02/28]. Disponible en:
<http://www.cypresskeep.com/Ferretfiles/Domestic-FUSA.htm>
10. Chambas, I., Coudert, P. (2009). Le furet nouvel animal de compagnie. Actulités phamaceutiques, 483(3), 23-27.
11. Johnson, C.A. (2005) The ferret gastrointestinal tract and *helicobacter mustelae* infection. Veterinary clinics exotic animal practice, 8, 197-212.
12. Sharman, M., Hoppes. (2010). The Senior Ferret (*Mustela Putorius Furo*). Veterinary Clinics of North America: Exotic animal practice, 13, 107–122.
13. Ganong, W. (2005). Chapter 25 Digestion and absorption. Martinez M. (eds.). Review of Medical Physiology. 22nd ed. California, United States of America: Mc. Graw Hill.
14. Hand, Thatcher, Remillard, Roudebush. (2000). Small animal clinical nutrition. 4th ed. Kansas, United States of America: Mark Morris Institute.
15. Deshmukh, D.R., Shope, T.C. (1983) Arginine requirement and ammonia toxicity in ferrets. The Journal of Nutrition, 13(11), 1664-1667.
16. Pérez, J.E., Cañadas, Z., Pérez, J.E. (2012) Comparación del perfil lipídico de *Felis catus linnaeus*, Boletín científico centro de museos de historia natural, 16(1), 175–182.
17. De la Torre, M.A. (1999) Manual para el manejo veterinario del hurón (*Mustela putorius furo*). Tesis de licenciatura. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.

18. Case, L.P., Carey, D.P., Hirakawa, D.A., Daristotle, L. (2001) Nutrición canina y felina Guía para profesionales de los animales de compañía. 2^a ed. Madrid, España: Harcour, SA.
19. Piazza, S., Diez, M. (2010) L'alimentation du furet (*Mustela furo*): rationnement pratique et pathologie nutritionnelle. *Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie*, 45(6), 41—52.
20. Conninham, J.G., Klein, B.G. (2009). Capítulo 23 Utilización postabsortiva de los nutrientes. Herdt, T.H. (eds.). *Fisiología veterinaria* .4^a ed. Madrid, España: Elsevier.
21. Fanjul, M.L., Hiriart, M. 8 Fernández, F. (eds.). (2008). *Biología funcional de los animales I*. 2^a ed. D.F., México: Siglo veintiuno editores.
22. Murria, R., Granner D., Mayes, P., Rodwell, V. (2003). Capítulo 31 Catabolismo de las proteínas y del nitrógeno de los aminoácidos. Rodwell, V. *Bioquímica de Harper*. 26^a ed. Carlos M. (ed). D.F., México: Manual Moderno.
23. Brandan, N., Aispuru, G. *Metabolismo de compuestos Nitrogenados*. Universidad Nacional del nordeste. [Consultado: 2014/03/10]. Disponible en: <http://med.unne.edu.ar/catedras/bioquimica/pdf/nitro.pdf>
24. Cuamatzi, O., Melo, V. (2007) *Bioquímica de los Procesos Metabólicos*. 2^a ed. Estado de México, México: Reverté.
25. French, A., Macedo, M., Poulsen, J., Waterson, T., Yu, A. *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*. [Consultado: 2014/04/05]. Disponible en: <http://userwww.sfsu.edu/efc/classes/biol710/manova/MANOVAnewest.pdf>

26. Fox, J.G., Bell, J.A. (1998) Growth, reproduction and breeding. Fox, J.G. (ed.), *Biology and Diseases of the Ferret*. 2nd ed. Baltimore, United States of America: Williams and Wilkins.
27. Bell, JA. (1999). Ferret nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Exotic animal practice*, 2(1),169-92.
28. Linda, J., Siperstein, D.V.M. (2008). Ferret Hematology and Related Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic animal practice*, 11, 535–550.
29. Deshmukh, Mukhopadhyay, Sarnaik, Portoles. (1991) Effect of arginine-free diet on plasma and tissue amino acids in young and adult ferrets. *The Journal Nutrition Biochemistry*, 2(2), 72-78.
30. Hoenig, M. (2014). Carbohydrate Metabolism and Pathogenesis of Diabetes Mellitus in Dogs and Cats. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 121(4), 377-412.