



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES DIETAS
SOBRE PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE LA BOA (*Boa constrictor*).

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

CYNTHIA FERNÁNDEZ MORENO

Asesores:

MVZ MPA DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera

BIOL. Mónica Salmerón Estrada

Ciudad Universitaria, México, D.F, 2015

I



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIA

A todos aquellos seres que prestaron sus cuerpos y dieron sus vidas, para que este proyecto, que es uno de los más grandes de mi vida, se llevara a cabo y aunque nunca estuvieron consientes del gran favor que me hacían siempre serán recordados y venerados en cada paso que dé de ahora en adelante.

AGRADECIMIENTOS

A los que me dieron la vida, me entregan todo su apoyo y amor siempre e incondicionalmente. Estuvieron, están y estarán conmigo.

A los que confiaron en mí y dejaron que aprendiera de ellos dándome las herramientas para seguir en esta carrera, que me formaron como Médico Veterinario Zootecnista.

A los que estuvieron a mi lado sin importar nada, que me dedicaron una palabra de aliento que me permitió seguir adelante.

A mi gran amor, mi MVZ favorito, que me impulsa a cada momento y que sin importar nada siempre está conmigo.

A mis grandes compañeros Brigitte y Harry, los que inspiraron a escribir este importante capítulo en mi vida.

Especiales agradecimientos para:

Mis asesores: MVZ. Carlos Gutiérrez Olvera y BIOL. Mónica Salmerón Estrada

Mi jurado: MVZ. Yolanda Castañeda, MVZ Jesús Manuel Cortéz Sánchez,
Ricardo Itzcoatl Maldonado Reséndiz y Q.A Juan Carlos Ramírez Orejel.

A la MVZ. Ma. Guadalupe Sánchez González por su colaboración y apoyo.

Mis compañeros colegas y amigos que colaboraron junto conmigo en este proyecto.

Mis compañeros y amigos biólogos que me apoyaron y ayudaron incondicionalmente.



CONTENIDO



| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 3 |
| 1.-INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 1.1 Características de los reptiles..... | 4 |
| 1.1.2 Orden squamata..... | 5 |
| 1.1.3 Familia Boidae..... | 5 |
| 1.2 Taxonomía de la Boa (<i>Boa constrictor</i>) | 5 |
| 1.3 Morfología de la Boa..... | 6 |
| 1.3.1 Hábitat..... | 7 |
| 1.3.2 Distribución..... | 7 |
| 1.3.2.1 Mapa de la distribución de la Boa..... | 8 |
| 1.4 Nutrición de la Boa..... | 9 |
| 1.4.1 Comportamiento trófico..... | 10 |
| 1.4.2 Características morfológicas y fisiológicas del tracto gastrointestinal... | 10 |
| 1.4.3 Alimentación en cautiverio..... | 11 |
| 1.5 Nutrientes y metabolitos..... | 13 |
| 1.5.1 Macrominerales: Calcio (Ca) y fósforo (P)..... | 14 |
| 1.5.2 Glucosa | 15 |
| 1.5.3 Producto nitrogenado: Amoniaco (NH ₃) | 15 |
| 1.6 El ratón (<i>Mus musculus</i>) como alimento..... | 17 |
| 1.6.1 Morfología de las crías de ratón en los primeros 10 días de vida..... | 17 |
| 1.7 La boa como animal de compañía..... | 18 |

| | |
|--|----|
| 1.8 Situación legal e impacto ambiental..... | 19 |
| 2.-JUSTIFICACIÓN..... | 21 |
| 3.-HIPÓTESIS..... | 22 |
| 4.-OBJETIVOS..... | 22 |
| 4.1 Objetivos Generales..... | 22 |
| 4.2 Objetivos Específicos..... | 22 |
| 5.-MATERIAL Y MÉTODOS..... | 23 |
| 5.1 Locación del estudio..... | 24 |
| 5.2 Sujetos de estudio..... | 24 |
| 5.3 Diseño del experimento..... | 24 |
| 5.4 Toma de muestras..... | 25 |
| 5.5 Análisis de las muestras..... | 26 |
| 5.6 Análisis de las presas..... | 28 |
| 5.6.1 Descripción de los procedimientos..... | 26 |
| 5.7 Análisis estadístico..... | 26 |
| 6.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 27 |
| 6.1 Contenido de calcio (Ca) y fósforo (P) de los animales ofrecidos como presa | 27 |
| 6.2 Calcio sérico..... | 31 |
| 6.3 Fósforo sérico..... | 32 |
| 6.4 Glucosa sérica | 33 |
| 6.5 Amoniacó sérico..... | 34 |
| 7.-CONCLUSIONES..... | 35 |
| 9.-REFERENCIAS..... | 38 |

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Clasificación taxonómica de la boa | 6 |
| Figura 2. Fotografía de una boa (<i>Boa constrictor</i>)..... | 7 |
| Figura 3. Mapa de la República Mexicana donde se resalta los estados donde se distribuye la especie <i>Boa constrictor</i> | 9 |
| Figura 4. Porcentaje de la ingesta de las principales fuentes de energía en réptiles carnívoros..... | 10 |
| Figura 5. Fotografía de una boa engullendo a una cría de ratón..... | 11 |
| Figura 6. Dibujo de serpiente donde se resalta el sistema digestivo..... | 12 |
| Figura 7. Características y contenido de algunos elementos nutricios en algunas etapas de vida del ratón..... | 18 |
| Figura 8. Fotografía de crías de ratón (<i>Mus musculus</i>) crawlers y pinkies... | 13 |
| Figura 9. Fotografía de una boa en un vivario..... | 20 |
| Figura 10. Vista desde arriba de un vivario con un ejemplar durante el experimento.. | 25 |
| Figuras 11 y 12. Fotografías donde se muestra como se realizó el procedimiento de toma de muestra sanguínea..... | 26 |
| Figura 13. Fotografía del equipo IDEXX Vetest 8008®..... | 27 |
| Figura 14. Fotografía de un pocillo identificado con suero..... | 27 |
| Figura 15. Serie de pasos a seguir para correr las muestras séricas..... | 28 |
| Figura 16 y 17 Fotografías de ratones desecados y pulverizados..... | 29 |
| Cuadro 1. Contenidos de Ca y P (Materia seca) de los animales ofrecidos como presa.. | 31 |
| Cuadro 2. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de Ca sanguíneo en las boas por tratamiento..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 3. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de P sanguíneo de las boas por tratamiento..... | 34 |
| Cuadro 4. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de glucosa sanguínea de las boas por tratamiento..... | 36 |
| Cuadro 5. Medias desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de NH3 sanguíneos de las boas por tratamiento..... | 37 |

RESUMEN

FERNÁNDEZ MORENO CYNTHIA. Evaluación del efecto de tres diferentes dietas sobre parámetros sanguíneos de la Boa (*Boa constrictor*). Bajo la dirección de: MVZ MPA DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera y Biol. Mónica Salmerón Estrada

A 15 boas divididas al azar en 3 grupos, se les ofreció semanalmente una cría de ratón (*Mus musculus*) con diferente grado de maduración y manejo: Tratamiento 1: Pinkie (cría de ratón de 1 a 3 días de edad), tratamiento 2: cría de ratón de 10 días de nacida y tratamiento 3: cría de ratón de 10 días de nacida, congelada por 8 días y descongelada a baño maría. Por 60 días solo consumieron estos tipos de presas. A los días 0, 30 y 60 se les tomó muestras sanguíneas intracardiacas, del suero de estas se midieron los analitos calcio (Ca), fósforo (P), glucosa y amoniaco (NH₃), con el objetivo de obtener datos que permitieran determinar si el subministrar un solo grado de maduración de las presas o si fueron congelados o no, puede ocasionar cambios en estos analitos. A demás a una presa de cada tratamiento se le realizó análisis químico proximal para determinar su contenido de calcio (Ca), fósforo (P) y proteína cruda (PC) y así cotejar con los estudios que otros autores han realizado y si hay relación con los resultados séricos de los sujetos de estudio. El efecto del tratamiento mostró diferencias significativas para los niveles de Ca promedio ($P= 0.0327$), que concuerda con la cantidad de calcio de las presas. En este caso fue el grupo del tratamiento 1(consumidoras de Pinkie), él que mostró un contenido de Ca más bajo ya que consumían crías de ratón de 1 a 3 días de edad, lo que sugiere que el depósito de este macromineral en el esqueleto se lleva a cabo lentamente.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Características de los reptiles.

El término reptil se aplica a aquellos organismos que para desplazarse se arrastran (reptan). Son ectotermos como los anfibios, requieren de fuentes externas para regular su temperatura corporal. En general tienen buena visión a pesar de que los ojos suelen ser pequeños (excepto en las especies nocturnas) y poco móviles, a excepción de los camaleones, que los mueven en todas direcciones con independencia uno del otro. Las serpientes y algunas familias de lagartijas carecen de párpados. Tienen el sentido del olfato bien desarrollado, el cual es complementado en muchos reptiles con el órgano vomeronasal o de Jacobson. (Canseco, et al., 2010)

El órgano vomeronasal o de Jacobson es un órgano olfatorio accesorio que se deriva del vestigio de un saco nasal embrionario, se encuentra en la parte rostral del paladar superior. (Keeble en Girling, 2004). Está formado por un par de cavidades abultadas o fosas recubiertas de epitelio sensitivo, posee dos ductos que desembocan en la cavidad oral donde por medio de la lengua introduce las partículas del medio ambiente y así envía información al cerebro a través de los nervios olfatorios. (O'Malley, 2005)

1.1.1 Orden Squamata.

El orden Squamata (lagartijas y serpientes) es el grupo más diverso de reptiles. Las lagartijas poseen cuatro extremidades, aunque en algunas especies pueden estar reducidas o ausentes; la cola es generalmente larga, y prensil en algunas especies. Las serpientes son de cuerpo cilíndrico y alargado, carecen de extremidades, solo algunas especies presentan vestigios de las extremidades posteriores junto a la cloaca. Algunas poseen glándulas productoras de veneno, como las cobras y cascabeles, que utilizan para matar a sus presas antes de ingerirlas. Otras serpientes, como las boas y pitones, matan a sus presas por constricción. (Canseco, et al., 2010)

1.1.2 Familia Boidae

Los boidos son aquellas serpientes robustas, constrictoras, vivíparas que se distribuyen en el continente americano a diferencia de sus parientes más cercanos, los pitónidos (familia Pythonidae), que son ovíparos y su distribución se da mayormente en el continente africano. (CONABIO, 2014)

1.2 Taxonomía de la Boa

| | |
|------------|-----------------|
| Clase | Reptilia |
| Orden | Escuamata |
| Suborden | Serpentes |
| Infraorden | Alethinophidia |
| Familia | Boidae |
| Género | Boa |
| Especie | Boa constrictor |

Figura 1. Clasificación taxonómica de la boa

1.3 Morfología de la Boa (*Boa constrictor*).

Su cabeza es ligeramente triangular, poseen un cuello angosto, el hocico es truncado en vista dorsal. Los ojos son pequeños y las pupilas son elípticas verticalmente. El color dorsal es bronceado o gris con manchas café oscuro o bandas irregulares café oscuro, usualmente con manchas más claras dentro de éstas. En la parte posterior las manchas pueden ser café rojizo cercano al negro. La superficie dorsal de la cabeza es bronceada o gris con una angosta línea oscura, que se origina sobre el hocico y se extiende sobre el cuerpo. Una línea oscura originada en la parte lateral de la superficie de la cabeza a nivel de la nariz pasa posteriormente a través de la mitad baja del ojo hacia el ángulo de la mandíbula. La superficie del vientre del cuerpo y la cola es bronceada claro o crema con manchas oscuras irregulares. (Canseco et al, 2010) Alcanzan longitudes de 3 a 4 metros y pueden llegar a pesar 45 kg (Funk R., 2006).



Figura 2. Fotografía de una Boa (*Boa constrictor*)

1.3.1 Hábitat.

Tienen hábitos arborícolas y terrestres, alojándose en huecos, troncos o madrigueras abandonadas, construcciones abandonadas y muy comúnmente en áreas de cultivos. (CONABIO, 2014)

Se distribuye en regiones con los climas cálidos húmedos (Af, Aw, Af), templados húmedos de tipo Cw y Cm así como en climas secos, áridos o semiáridos (BS y BW). (CONABIO, 2014)

1.3.2 Distribución.

Es una de las especies más difundidas actualmente en el país, se distribuye desde Tamaulipas por la vertiente del Golfo y desde Sonora y Baja California por la vertiente del Pacífico hacia el sur atravesando todo México y se prolonga hasta Sudamérica. Dentro de los Estados en los que se ha reportado su presencia, se encuentran: Durango, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Campeche, Michoacán, Nayarit, Yucatán, Zacatecas, Morelos, Colima, Veracruz, la Península de Baja California, Guerrero, Jalisco, Tabasco y Puebla. (CONABIO, 2014)



Figura 3. Mapa de la República Mexicana donde se resalta los estados donde se distribuye la especie *Boa constrictor*

1.4 Nutrición de la Boa.

Las boas como carnívoros estrictos deben consumir altos porcentajes de proteína y grasa, pues los ocupan como fuente de energía principal. (Donoghue, 2006; Calvert, 2004)

Cómo se muestra en la gráfica de la Figura 3 el 50% del aporte energético está en la proteína que es provista por los tejidos musculares de las presas, el 45% está provisto del tejido adiposo de las mismas y el 5% restante es perteneciente a los carbohidratos provenientes del contenido gástrico de las presas. (Donoghue, 2006)

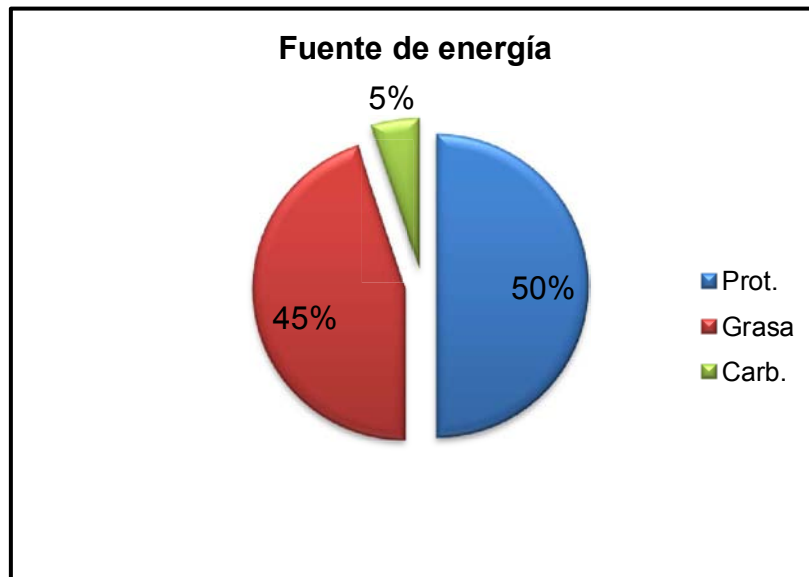


Figura 4. Porcentaje de la ingesta de las principales fuentes de energía en reptiles carnívoros.

Tomado del capítulo Nutrición de Donoghue en Mader, 2006

1.4.1 Comportamiento trófico.

En vida libre cazan una gran variedad de animales, que van desde invertebrados, pequeños mamíferos, aves, reptiles hasta primates. (CONABIO, 2014; Donoghue, 2006; Calvert, 2004; O'Malley, 2005; Tynes, 2010).

Son acechadoras, esto quiere decir que esperan a que la presa potencial pase cerca de ellas para atraparlas y asfixiarlas lo que les ayuda a ahorrar energía. (Tynes, 2010)

Como se muestra en la Figura 5 por lo general comienzan a consumir a la presa por la cabeza y con una serie de movimientos mandibulares posicionan a la presa de tal manera que pueda deslizarla lentamente por toda la cavidad oral.



Figura5. Fotografía de boa (*Boa constrictor*) engullendo a una cría de ratón.

1.4.2 Características morfológicas y fisiológicas del tracto gastrointestinal.

Engullen a su presa, no la mastican; por tal motivo la función de los dientes es sujeción y prensión, por consecuencia son largos y curvados hacia atrás para prevenir que la presa escape, se encuentran en una escotadura en la mandíbula

(pleurodontos) y continuamente se reemplazan por nuevos. (Díaz- Figueroa, 2006; Tynes, 2010). Poseen unas glándulas mucosas muy desarrolladas en toda la cavidad bucal para lubricar y facilitar tragar a su presa. La glotis está localizada en el piso de la cavidad, es móvil, lo que permite que el animal respire mientras ingiere su alimento. (Díaz-Figueroa, et al., 2006)

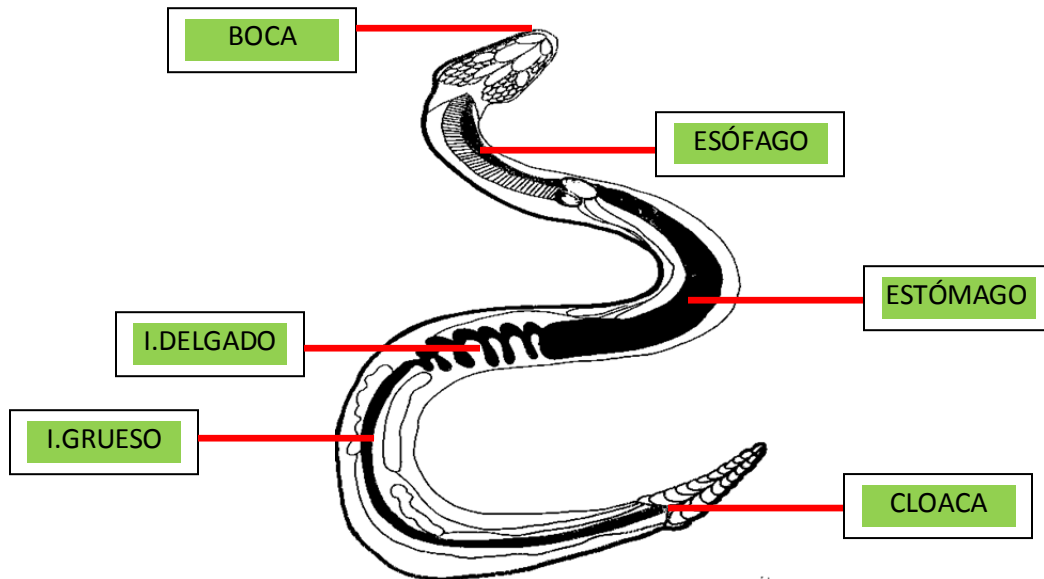


Figura 6. Dibujo de serpiente donde se resalta el sistema digestivo.

El tracto gastrointestinal es relativamente simple, lineal y se extiende de la cavidad bucal hasta la cloaca. (Díaz-Figueroa, et al., 2006; McArthur, 2004; O'Malley, 2005)

La principal función del esófago es transportar la ingesta, así como también contener temporalmente el alimento hasta que pase al estómago donde ocurre la digestión que se realiza de manera mecánica, enzimática y con la producción de ácido gástrico, que tiene un pH de 2 a 2.5. Depende de varios factores incluyendo

la temperatura corporal, el grado de hidratación, tipo y el tamaño de la presa así como el estado de salud.

Después el bolo pasa al intestino donde la absorción de nutrientes se lleva a cabo, para tal propósito existen numerosos pliegues que permiten aumentar la superficie para esta actividad y acomodar bolos alimenticios de gran tamaño. (Diaz-Figueroa, et al., 2006)

La digestión del esqueleto de un roedor requiere aproximadamente 12 horas en una Boa. (Diaz-Figueroa, et al., 2006)

Al terminar el proceso de digestión, pelos y restos óseos de la presa son compactados en las heces y expulsados. (Judah, 2008)

1.4.3 Alimentación en cautiverio.

En cautiverio se les alimenta con diversas presas criadas para este propósito, que van desde crías de ratón hasta conejos adultos. (McArthur, et al., 2004) Se ofrecen estas presas ya sean vivas, sacrificadas al momento o descongeladas. (Diaz-Figueroa, et al., 2006)

Los roedores congelados deben ser descongelados rápidamente en agua caliente para minimizar el crecimiento bacteriano en el contenido intestinal de éstos. (Hand, et al., 2000)

La suplementación no es necesaria cuando se alimenta con presas completas. La única excepción es con la alimentación a largo plazo de ratones recién nacidos, los que pueden ser deficientes en calcio. (Hand, et al., 2000)

Las que son de tamaño pequeño y las jóvenes deben ser alimentadas una vez por semana. El correcto tamaño de la presa a elegir tiene que ser aquel que no exceda en largo el segundo tercio del cuerpo de la serpiente. (Judah, 2008)

Las serpientes que viven junto con otras deben ser separadas al momento de ser alimentadas para evitar que se lesionen entre ellas y para ayudar a identificar qué serpiente se alimentó ya que dos o más serpientes atacan a la misma presa, una puede inadvertidamente comer o lesionar a la otra. (Hand, et al., 2000)

1.5 Nutrientes y Metabolitos.

1.5.1 Macrominerales: Calcio (Ca) y fósforo (P).

El Ca y P se clasifican como macrominerales debido a que se encuentran en cantidades relativamente altas en el organismo, estos elementos participan en la contracción muscular y la constitución del tejido óseo entre otros procesos.

La hormona paratiroidea (PTH) y la 1,25- dihidroxicolecalciferol (1,25-(OH) 2D) participan en la regulación sistémica de la homeostasis del calcio mediante efectos endocrinos secundarios a la unión a sus respectivos receptores en el hueso, riñón, intestino y glándulas paratiroides. En el hueso, ambas hormonas favorecen la liberación de calcio a la circulación; sin embargo, también pueden ejercer efectos anabólicos. (Avila et al., 2007)

En el riñón, la PTH controla la producción de 1,25-(OH) 2D y ambas hormonas incrementan la reabsorción de calcio mediante la regulación de la actividad y la síntesis de la maquinaria de transporte de calcio en los túbulos distales. La principal acción calciotrópica de la 1,25-(OH) 2D es la estimulación de la absorción de calcio en el intestino delgado. En las glándulas paratiroides, la 1,25-(OH)2D

controla la síntesis de la PTH mediante un mecanismo de retroalimentación negativa y funciona como un factor regulador del crecimiento de las glándulas. (Avila et al., 2007; Campbell, 2014)

Se dice que un animal que ingiere una presa completa está libre de presentar enfermedad ósea metabólica, ya que sus requerimientos de calcio y de vitamina D₃ están cubiertos. Aunque también se ha demostrado que son las presas las que pueden presentar desordenes de vitamina D₃ y calcio lo que pudiera, entonces perjudicar al predador. (Donoghue, 2006; Calvert, 2004)

Después del calcio, el fósforo es el segundo constituyente principal del hueso y los dientes. Es un componente estructural del ARN y ADN, de compuestos energéticos como el ATP y de las membranas celulares que contienen fosfolípidos. La regulación corporal total requiere la participación coordinada de los riñones y el intestino. Cuando el aporte de fósforo en la dieta es bajo, el intestino aumenta su absorción y los riñones incrementan el transporte renal del fósforo y reducen su excreción urinaria. En cambio ante un exceso de este elemento los riñones aumentan la excreción de minerales. Estas adaptaciones son mediadas por la 1,25-(OH)₂D y PTH. (Hand et al., 2000)

En los reptiles una hipofosforemia es resultado de anorexia o una deficiencia alimentaria. La hiperfosforemia puede ser causada por un exceso de este mineral en la dieta, una hipervitaminosis D₃, enfermedad renal, un daño muscular grave o enfermedad osteolítica. (Campbell, 2006)

1.5.3 Glucosa.

En el caso de animales carnívoros estrictos como las serpientes la gluconeogénesis es el proceso metabólico más utilizado para la síntesis de glucosa.

El hígado y los riñones son los órganos donde se lleva a cabo este proceso, utilizando los aminoácidos presentes en las proteínas de los tejidos musculares de las presas como precursores de la producción de piruvato que a su vez forma oxaloacetato y después fosfoenolpiruvato para al final producir la glucosa.

Los reptiles poseen células pancreáticas tipo alfa y beta que son la fuente de glucagón e insulina respectivamente. (Campbell, 2006 y 2014)

Variaciones en los valores sanguíneos son más comunes en los reptiles porque tienen un rango metabólico más amplio, la influencia del medioambiente y la adaptación al mismo es importante así como los cambios fisiológicos del individuo y tienen que tomarse en cuenta al momento de analizar este elemento. (Campbell, 2006)

La hipoglucemia en reptiles se puede producir por la privación de alimento, la malnutrición, las hepatopatías graves, las septicemias y las endocrinopatías.

La hiperglucemia en reptiles es, con frecuencia, el resultado de una administración iatrogénica de glucocorticoides. También el aumento en la temperatura conduce a un incremento en el nivel de glucosa sanguínea en caimanes, lagartos y serpientes (Martínez et al., 2013)

Esta no es un indicador específico de enfermedad pancreática o de *diabetes mellitus*; sino que se relaciona más con problemas metabólicos, enfermedades sistémicas y variables fisiológicas. (Martínez et al., 2013)

1.5.2 Producto del nitrógeno: Amoniacó (NH₃).

Los animales excretan una variedad de productos nitrogenados pero los más destacados son: urea, amoniacó y ácido úrico, el factor que mayormente determina el tipo de excreción es el ambiente, generalmente los animales acuáticos excretan amoniacó mientras que los terrestres excretan ácido úrico y/ o urea. (Wright ,1995)

Las serpientes se clasifican como uricotélicos ya que excretan ácido úrico como resultado de la desintoxicación del amoniacó. (Singer, 2003)

La problemática que presentan los animales que excretan amoniacó es que si existe una falla en su excreción, el exceso que se genera a nivel sanguíneo, es relativamente tóxico para los tejidos. (Wright ,1995)

El amoniacó es muy soluble en agua y permeable a través de las membranas lo que facilita su salida al medio acuático. (Wright ,1995)

Algunos ejemplos de especies amoniotélicos son: anfibios, peces. (Campbell, 2014)

Los cocodrilos son de las especies que poseen diversas formas de eliminación del amoniacó como herramientas adaptativas pueden amoniotélicos o uricotélicos. (Perneel, 2006 y Shane et al.,2006)

A diferencia de los animales no carnívoros, los carnívoros no han desarrollado mecanismos adaptativos para conservar el nitrógeno durante periodos de baja ingesta proteica. (Hand et al., 2000)

El catabolismo de los aminoácidos produce nitrógeno de desecho, que si no puede utilizarse pasa a formar amoniaco. El amoniaco debe convertirse en una forma menos tóxica para ser trasportado en sangre y luego excretarse. La formación de amoniaco tiene lugar en todos los tejidos, pero es más importante en el hígado y los riñones durante la gluconeogénesis. (Hand et al., 2000)

1.6 El ratón (*Mus musculus*) como alimento.

En cautiverio muchas especies de serpientes son usualmente alimentadas con varias etapas de vida del ratón. (Calvert, 2004; Donoghue, 2006) Cada etapa contiene diferentes niveles de nutrientes (proteína, carbohidratos, minerales, etcétera).

| Etapa | Peso (g) | Largo (cm) | Agua (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Cenizas (%) |
|---------|----------|------------|----------|--------------|-----------|-------------|
| Pinkie | 1.7 | 3 | 82 | 64.2 | 15.2 | 9.7 |
| Fuzzie | 3.8 | 3.7 | 70.8 | 41.8 | 46.7 | 8.4 |
| Crawler | 6.5 | 4.7 | 69 | 46.6 | 46.6 | 8.5 |

Figura 7. Cuadro de características y contenido de algunos elementos nutricios en las primeras etapas de vida del ratón (*Mus musculus*)

Tomada del capítulo Nutrition de Calvert 2009

1.6.1 Morfología de las crías de ratón en los primeros 10 días de vida.

- Crías de 1 a 3 días de edad (Pinkies): Es el estadio de vida del ratón (*Mus musculus*) que abarca los primeros días de vida del animal, se caracterizan por ser carentes de pelo, el canal auricular se encuentra cerrado al igual que los párpados, el contenido estomacal (leche) es visible a través de la piel que es de un color rosa rojizo. (Hubrecht, 2010)
- Crías de 3 a 6 días de edad (Fuzzies): A esta edad las orejas se desarrollan separándose unos 45° de la cabeza y el pabellón auricular se abre. Al día 5 el contenido estomacal, ya no es visible y el pelo empieza a crecer y notarse. (Hubrecht, 2010)
- Crías de 6 a 10 días de edad (Crawlers): Se encuentran totalmente cubiertos de pelo, los incisivos inferiores empiezan a notarse y en las hembras los pezones inguinales son notorios, del día 9 al 10 los incisivos ya salen por completo. (Hubrecht, 2010)



Figura 8. Fotografía de crías de ratón (*Mus musculus*) crawlers y pinkies

1.7 La boa como animal de compañía.

Esta especie de reptil se ha vuelto popular en los hogares ya que se considera un animal, silencioso y dócil, suele ser preferida por su fácil manejo. (Funk, 2006)

Cada vez es más común encontrarla como paciente en los consultorios veterinarios, aunque se le considera relativamente sencilla de mantener, siempre hay que tener en cuenta que estos animales tienen características muy particulares diferentes a los mamíferos o aves.



Figura 9. Fotografía de una boa en un vivario.

Suelen desplazarse por el suelo, las ramas de los árboles, cuerpos de agua, etcétera, por lo tanto el llamado vivario o terrario debe ser alto con fácil acceso a perchas, escondites y un recipiente con agua fresca y limpia donde quepa todo su cuerpo. Como se muestra en la Figura 7.

La temperatura y la humedad son factores muy importantes que se tienen que tomar en cuenta, existen productos comerciales especiales para brindar la temperatura y humedad necesaria: focos, placas térmicas, vaporizadores, goteros.

1.8 Situación legal e impacto ambiental.

De acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) la especie Boa (*Boa constrictor*) está incluida en el Apéndice II lo cual quiere decir que es una especie protegida, por lo que su comercio se encuentra regulado. (CITES, 2014)

México es sin duda un país muy activo en el comercio de especies silvestres, no sólo a nivel nacional, sino también global, pues no sólo lleva a cabo esta actividad con varias especies silvestres de la nación (incluidas algunas endémicas) a nivel doméstico y a través de sus fronteras inmediatas, sino que también sirve como conducto para productos y especies de origen silvestre de otras regiones y continentes, de modo que actúa tanto como proveedor y consumidor, así como zona de tránsito. (Reuter, 2012)

Entre los reptiles, los más vendidos en el comercio ilegal son: Cocodrilos, tortugas terrestres y acuáticas, serpientes, iguanas y lagartijas para ser utilizadas como animales de compañía, alimento, en la medicina tradicional, brujería, adorno y para la elaboración de prendas y accesorios con sus pieles. (Anaya, 2010)

El comercio ilegal de especies silvestres es el tercer negocio criminal más lucrativo del mundo tras las drogas y las armas. Debido a que el comercio ilegal no está controlado, resulta imposible hacer una estimación real de las extracciones anuales de fauna silvestre de su hábitat natural. (Anaya, 2010)

2. JUSTIFICACIÓN.

Dentro de la clínica veterinaria es cada vez más frecuente encontrar pacientes que son denominados no convencionales, en este caso los reptiles, por tal motivo contar con datos como los valores bioquímicos normales son importantes así como los factores que posiblemente pueden cambiarlos. Los que son alimentados de vertebrados dependen de una variedad limitada de presas: roedores, lagomorfos y aves de corral en diversas etapas de vida y con diferentes manejos (presas vivas o descongeladas) lo que provoca que vaya tomando importancia el conocer las cantidades de nutrientes que aportan.

Al contar con esta información respecto a las cantidades de los principales nutrientes aportados por las presas, así como la posible relación entre estas y los cambios en los componentes sanguíneos de los animales que los consumen, se pueden adoptar estrategias para una alimentación y nutrición adecuada lo que contribuye a la prevención de desbalances metabólicos o patologías.

3. HIPÓTESIS.

Al alimentar a crías de Boa (*Boa constrictor*) con diferentes presentaciones de presa (vivo y congelado) así como edades diferentes (1 a 3 y 10 días) modificará la concentración de calcio, fósforo, glucosa y amoniaco sanguíneos.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo General.

Evaluar el efecto de las crías de ratón de 10 días de edad, crías de ratón de 1 a 3 días de edad “pinkie” y crías de 10 días de edad descongeladas sobre parámetros químicos sanguíneos en crías de Boa (*Boa constrictor*).

4.2 Objetivos particulares.

1. Cuantificar el amoniaco y glucosa mediante bioquímica sanguínea de boas alimentadas con ratones de 10 días de edad, crías de ratón “pinkie” y ratones de 10 días de edad congelados por 8 días y descongelados antes de ser ofrecidos.
2. Cuantificar los elementos minerales calcio (Ca) y fósforo (P) séricos mediante bioquímica sanguínea de boas alimentadas con ratones de 10 días de edad, crías de ratón “pinkie” y ratones de 10 días de edad congelados por 8 días y descongelados antes de ser ofrecidos.

5. MATERIAL Y MÉTODOS.

5.1 Locación del estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en el herpetario del área de biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM y en los laboratorios de Bromatología y Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

5.2 Sujetos de estudio.

Se trabajó con 15 ejemplares de Boa (*Boa constrictor*) de 4 meses de edad con un rango de peso de 35 a 50 gramos, alojadas de manera individual en contenedores plásticos con capacidad de 2.7 litros con medidas de 30 cm de alto por 50 cm de largo y 18 cm de ancho, previamente perforados para el paso del aire y salida del excedente de humedad. Como sustrato se utilizó papel periódico, a manera de refugio se utilizaron tubos de PVC partidos por mitad y como contenedores de agua se usaron recipientes plásticos. Se mantuvieron en un medio controlado con rangos de temperatura de 28 a 34°C y porcentajes de humedad relativa de 60% a 80%.



Figura 10. Vista desde arriba de un vivario con un ejemplar durante el experimento

5.3 Diseño del experimento.

Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos con cinco ejemplares cada uno, donde cada boa fue considerada como unidad experimental y durante 60 días se les alimentó de la siguiente manera:

Tratamiento 1: Se proporcionó a cada individuo semanalmente 1 ratón vivo (*Mus musculus*) de 2 a 3 días de edad (“pinkie”).

Tratamiento 2: Se proporcionó a cada individuo semanalmente 1 ratón vivo (*Mus musculus*) de aproximadamente 10 días de edad.

Tratamiento 3: Se proporcionó a cada individuo semanalmente 1 ratón (*Mus musculus*) de aproximadamente 10 días de edad, previamente congelado por una semana y descongelado en “baño maría” con agua potable a una temperatura de 50-60 °C hasta que las masas musculares se tornaran suaves y presentaran una temperatura de 25-30 °C antes de ser ofrecido.

5.4 Toma de muestra sanguínea.

Se extrajo de cada individuo 0.1 ml de sangre a los días 0, 30 y 60 tomadas de manera intracardiaca por medio de agujas calibre 25” y jeringas con capacidad de 1ml marca Nipro® una vez que sea extrajo la cantidad necesaria la sangre se colocó en contenedores Microtainer® sin anticoagulante previamente identificados.

El método de contención fue físico, sujetando firmemente la cabeza y lo largo del cuerpo evitando que la serpiente se moviera, se colocó a la serpiente de decúbito dorsal y se localizó el corazón buscando el movimiento de las escamas que se movían al latir este, se corroboró la localización con un estetoscopio, una vez que se encontró gentilmente se estabilizó colocando el pulgar y presionando ligeramente hacia craneal. Se introdujo la aguja a 45° en dirección craneodorsal, mientras se aplicó presión negativa hasta que se obtenía la sangre, el flujo es pulsativo y la presión se liberaba intermitentemente para permitir que la cámara del corazón se llenara nuevamente.



Figuras 11 y 12. Fotografías donde se muestra cómo se realizó el procedimiento de la toma de muestra sanguínea.

5.5 Análisis de las muestras.

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la FMVZ, UNAM.

Una vez obtenida la muestra de sangre se dejó reposar por 10 min aproximadamente hasta la formación del coágulo para su posterior centrifugación a 3500 rpm (revoluciones por minuto) durante 15 minutos, posteriormente se extrajo el suero por medio de una micropipeta y se colocó en pocillos de plástico previamente identificados.

Se midieron los analítos: calcio, fósforo, amoniaco y glucosa, mediante el equipo analizador bioquímico IDEXX Vetest 8008®.



Figura 13. Fotografía del equipo IDEXX Vetest 8008®



Figura 14. Fotografía de un pocillo identificado con suero.

Para procesar las muestras en el equipo se siguieron una serie de pasos que describen en la Figura 15.

| Procedimientos para procesar una muestra en el equipo IDEXX Vettest 8008®: |
|--|
| 1. Se pulsó la opción “MUESTRA NUEVA” |
| 2. Se introdujo los datos del ejemplar en este caso el número que se asignó dentro del experimento y la “ESPECIE”. |
| 3. Se introdujeron las placas cuando la pantalla lo indicó. |
| 4. Se ajustó una punta de plástico en la pipeta. |
| 5. Se introdujo la punta en el centro del pocillo con la muestra de manera vertical |
| 6. Se pulsó el botón de la pipeta, donde con un “BIP” la maquina indicó que la muestra estaba siendo succionada |
| 7. Cuándo se escucharon dos “BIP” consecutivos se retiró la pipeta del pocillo de la muestra. |
| 8. Al escuchar tres “BIP” seguidos la punta de plástico fue retirada. |
| 9. Se colocó la pipeta de nuevo en el analizador. El resto de la prueba ocurrió de forma automática. |

Figura 15. Serie de pasos a seguir para correr las muestras.

5.6 Análisis de las presas.

Se realizó análisis de un ejemplar de las presas proporcionadas a cada uno de los tratamientos (cría “pinkie” de 1 a 3 días de edad, cría de ratón de 10 días de edad y cría de ratón de 10 días de edad congelada por 8 días) para determinar la proteína cruda (PC) y cuantificación Ca y P.



Figuras 16 y 17. Fotografías donde se muestra en la primera (izquierda) ratones desecados y en la segunda (derecha) a los ratones ya pulverizados con un mortero.

5.6.1 Descripción de los procedimientos.

Para hacer la determinación de PC de las muestras se utilizó el método de Kjeldahl de la AOAC 2001.11

Para hacer la determinación de P se utilizó método fotométrico, una adaptación del método AOAC 956.17 (1990)

Para determinar la cantidad de Ca presente en las presas se utilizó el método de cenizas secas AOAC 927.02 (1990)

5.7 Análisis estadístico.

Se llevó a cabo un diseño de un factor con mediciones repetidas, MANOVA (Multivariate analysis of variance por sus siglas en inglés), con el paquete estadístico JMP en su versión 5.1

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

- Independientes: Los tratamientos descritos anteriormente en el diseño experimental.
- Respuestas: los elementos Ca, P, glucosa y NH_3 .
- Tiempo: Las mediciones de las variables respuesta realizadas a los días 0, 30 y 60.

El modelo que se empleó en término de matrices fue:

$$Y = XB + E$$

Dónde:

Y: Es la matriz para los valores de las variables respuesta en el tiempo para cada boa.

X: Es la matriz del diseño de rango t

B: Es la matriz de parámetros desconocidos.

E: Es la matriz de errores aleatorios.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Contenido de calcio (Ca) y fósforo (P) de los animales ofrecidos como presa

El contenido de calcio y fósforo (mg/g en Materia Seca) de los animales ofrecidos a las boas del presente estudio se encuentran en el Cuadro 1 mostrándose que el pinkie es el que contiene menor cantidad de calcio.

Cuadro1: Contenidos de Ca y P (Materia Seca) de los animales ofrecidos como presa.

| Presa (<i>Mus musculus</i>) | Calcio (mg/g MS) | Fósforo (mg/ g MS) |
|-------------------------------|------------------|--------------------|
| Pinkie (0-3 días de vida) | 23.60 | 0.95 |
| Ratón (10 días de vida) | 36.87 | 0.81 |

En el estudio de Jenkins y Simkiss (1968) mencionan que en los mamíferos euterios, como los ratones, los iones de calcio y fósforo pasan a través de la placenta hasta el esqueleto fetal que se forma lentamente, por tal causa al nacer este aún no se osifica del todo, la leche materna tiene un papel importante como fuente principal de Ca para que siga el proceso de osificación del esqueleto.

Si estas crías son separadas de sus madres a los pocos días de haber nacido (1-3 días de edad), como es requerido cuando son ofrecidas como alimento, no habrán consumido leche suficiente para que los niveles de Ca en su organismo fortalezca sus esqueletos.

En el estudio realizado por Dierenfeld et al. (1996) se reporta que el porcentaje de este mineral (Ca) incrementa conforme la edad de los animales aumenta de 1.2 a 3.5 % los valores que reportan son: 1.17% de MS en los pinkies y 1.47% de MS en las crías de 10 días de edad con lo cual sí se compara con los resultados que se reportan en este trabajo son muy parecidas.

Las crías que estuvieron más tiempo amamantándose presentan mayores niveles de Ca y por ende la cantidad que pueden aportar de este mineral es mayor cuando se ofrecen como alimento.

6.2 Calcio (Ca) sérico

Cuadro 2. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de Ca sanguíneo en las boas por tratamiento.

| Tratamiento | Media±Desv. Est. | Intervalo de Confianza al 95% |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|
| | mg/dL | |
| 1 | 11.64±2.36 ^a | (9.95, 13.33) |
| 2 | 13.7±2.3 ^b | (12.05,15.35) |
| 3 | 13.11±3.19 ^b | (10.44,15.78) |

Literales diferentes entre media por columna indican diferencia estadísticamente significativa para el efecto del tratamiento para los niveles de Ca promedio (P=0.0327).

Los niveles de Ca promedio no mostraron diferencia significativa en la interacción entre los tratamientos y los muestreos ($P=0.1115$), de igual manera el nivel de calcio no mostro diferencia significativa en el tiempo ($P=0.9431$).

Los valores de calcio séricos según lo reportado por Rodrick et al. (1982) en serpientes (*Boa constrictor*) clínicamente sanas son de 10-22 mg/dL. En este mismo estudio se menciona que la relación Ca:P es de 5:1, esto es más alto que en las otras especies de reptiles. En el presente estudio los valores que presentaron las crías de boa fueron de 11.64 mg/dL para el grupo del Tratamiento 1 hasta 13.7 mg/dL del grupo del Tratamiento 2 lo que sugiere según que estos resultados no salen de rango según lo reportado por Rodrick et al. (1982) .

Si se compara con los valores de otras especies de reptiles carnívoros, como el *Heloderma horridum* en el estudio realizado por Espinosa et al. (2008) se menciona que los valores promedio de esta especie son de 12.65 mg/dL o en el estudio de Lamirande et al. (1999) donde se muestra los valores de la especie de serpiente *Boiga irregularis* que son de 15.8 mg/dL. Las especies que estudiaron en estos trabajos son reptiles que se alimentan de vertebrados, sus hábitos alimenticios parecidos a los de las boas

Como se muestra en el Cuadro 1 la diferencia entre la cantidad de Ca es consecuencia de la etapa de desarrollo de las presas por lo tanto los individuos que consumen el tratamiento 1 obtienen un menor aporte de calcio, en comparación a los individuos del tratamiento 2 y el 3 que consumen individuos de

mayor edad y estas diferencias se hacen notar en los resultados de los análisis químicos sanguíneos de las boas.

6.3 Fósforo (P) sérico

Cuadro 3. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de P sanguíneo en las boas por tratamiento.

| Tratamiento | Media±Desv. Est. mg/ dL | Intervalo de Confianza al 95% |
|-------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 3.4±0.62 ^a | (2.9,3.8) |
| 2 | 3.7±0.99 ^a | (3.0,4.4) |
| 3 | 3.4±0.99 ^a | (2.6,4.2) |

Las literales iguales significan que no hubo diferencia significativa ($P>0.5$) en cuanto al tiempo en el que se realizó el estudio, ni con los tratamientos en sí y tampoco interacción entre estos.

Los estudios realizados por Rodrick et al (1982) se muestra que los niveles normales de este mineral es de 2.6- 4.9 mg/dl, encontrándose los valores del presente estudio dentro de este rango.

En el estudio realizado por Lamirande et al. (1999) se reporta un valor promedio de este elemento en la serpiente arborícola marrón (*Boiga irregularis*) de 6.4 mg/dL en el presente trabajo los promedios de los tres grupos de boas fueron más bajos pero dentro de la relación normal Ca:P para esta especie.

Los niveles de fósforo encontrados se asocian a la edad de los ejemplares según sugiere lo reportado Martínez, Lavin y Cuenta (2013) que los reptiles jóvenes, en crecimiento, pueden tener niveles más altos de fósforo sanguíneo que los adultos. Los sujetos de este estudio fueron animales jóvenes lo que sugiere que algunos de estos animales mostraron niveles más elevados de fósforo (aunque dentro del rango normal) lo cual coincide con lo ya mencionado.

6.4 Glucosa sérica

Cuadro 4. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de glucosa sanguínea en las boas por tratamiento.

| Tratamiento | Media±Desv. Est mg/ dL | Intervalo de Confianza al 95% |
|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | 62.1±16.85 ^a | (50.0,74.2) |
| 2 | 70.7±28.04 ^a | (50.6,90.8) |
| 3 | 55.0±9.98 ^a | (46.7,63.4) |

Las literales iguales significan que no hubo diferencia significativa ($P>0.5$) en cuanto al tratamiento, tiempo ni con interacciones entre estos.

Los valores reportados para este analito en esta especie son 9 - 85 mg/dL, los valores obtenidos de los animales del presente estudio fueron de 55- 70.7 mg/dL lo que sugiere que se encuentran en rango según lo reportado anteriormente.

En el estudio realizado por da Silva et al. (2013) se reporta como resultado de su estudio un promedio de 53.09 mg/dL con una desviación estándar de ± 35.54

mg/dL, lo que sugiere que los resultados de este estudio no salen del rango normal indicado para esta especie. Lo que sugiere que la edad o el descongelamiento de las presas no influyen para que haya algún cambio en los valores de glucosa sanguínea de la boa que los consume.

6.5 Amoniac (NH₃) sérico

Cuadro 5. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza para los niveles promedio de NH₃ sanguíneo en las boas por tratamiento.

| Tratamiento | Media±Desv. Est | Intervalo de Confianza al 95% |
|-------------|--------------------------|-------------------------------|
| | mg/dL | |
| 1 | 46.1±23.5 ^a | (29.29,62.91) |
| 2 | 76.4±39.31 ^a | (48.28,104.52) |
| 3 | 59.75±50.39 ^a | (17.63,101.87) |

Las literales iguales indican que no se encontró diferencia significativa ($P>0.5$) en cuanto al tiempo en el que se realizó el estudio, ni con los tratamientos, ni interacciones entre estos.

En las serpientes la eliminación de este metabolito se da a través de ácido úrico por lo que para cuestiones clínicas y de salud este último es el metabolito que se verifica por lo que los estudios no contemplan al amoniaco, sin embargo desde el aspecto nutricional este metabolito puede ser útil desde el punto de vista de la dinámica de la utilización de la proteína como fuente energética, de ahí la intención de medirlo. Al no haber diferencia significativa entre estos tratamientos,

se sugiere que los animales aprovecharon de la misma manera a la proteína y aminoácidos en la gluconeogénesis y que su eliminación fue igual.

7. CONCLUSIONES

1. El grado de maduración de las presas ofrecidas pueden modificar el calcio sérico en crías de boas, sin embargo se mantuvieron dentro de rango según lo reportado por Rodrick et al. (1982).
2. Los pinkies que se utilizaron en el presente estudio poseyeron niveles bajos de calcio a comparación con las crías de 10 días de edad.
3. Cuando las presas tienen pocos días de vida (de 1 a 3 días) pueden poseer niveles más bajos de calcio ya que los depósitos de éste en sus esqueletos aún no se completa y al ser consumidos por las boas provoca alteraciones de este valor sérico.

REFERENCIAS

1. Anaya HS. Comercio ilegal de animales silvestres de México (tesis de licenciatura). Distrito Federal México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, 2010.
2. Avila E, Barrera D, Díaz L. 2007. Acciones calciotrópicas de la hormona paratiroidea y del sistema endócrino de la vitamina D. *Revista de Investigación Clínica*. 59. (4): pp. 306-317.
3. Canseco L, Gutierrez M. (2010). Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán- cuicatlán. Comisión General para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México DF: CONABIO.
4. Camphell T.W. 2006. Clinical Pathology of Reptiles. En: Mader D. *Reptile Medicine and Surgery*. 2a ed. EUA: Elsevier Saunders. 28: pp. 453- 470.
5. Calvert I. 2004. Nutrition. En: Girling S. J, Raiti P. *Manual of Reptiles*. Dorset : England. British Small Animal Veterinary Association (BSAVA). 3: pp. 18-39.
6. CITES [Página principal en internet]. Cómo funciona la CITES [citada en 2014 Nov 15]. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/disc/how.php>
7. CONABIO. Boa mazacuata (*Boa constrictor*). Obtenida el 1 de febrero del 2014, de <http://conabio.inaturalist.org/taxa/32093-Boa-constrictor>.

8. Diaz-Figueroa O, Mitchell M.A. 2006. Gastrointestinal anatomy and physiology. En: Mader D. *Reptile Medicine and Surgery*. 2a ed. EUA: Elsevier Saunders. 12: pp. 145- 148.
9. Dierenfeld E.S, Fitzpatrick M.P, Douglas T.C, Dennison S.A. 1996. Mineral Concentrations in Whole Mice and Rats Used as Food. *Zoo Biology*. 15: pp 83-88.
10. Donoghue S. Nutrition of pet amphibians and reptiles. 1998 *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 7: pp. 148-153
11. Donoghue S. 2006. Nutrition. En: Mader D. *Reptile Medicine and Surgery*. 2a ed. EUA: Elsevier Saunders. 18: pp.251-294.
12. Espinoza A.E, Salomón S. V, Morales M. S. 2008. Hematology, Blood Chemistry, and Bacteriology of the Free-Ranging Mexican Beaded Lizard (*Heloderma horridum*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 39 (1):pp. 21-27. <http://www.bioone.org/doi/full/10.1638/2006-0029.1>
[consulta:15 jul 2015]
13. Funk S. 2006. Snakes. En: Mader D. *Reptile Medicine and Surgery*. 2a ed. EUA: Elsevier Saunders. 5: pp.42- 58.
14. Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P. Nutrición Clínica en pequeños animales. Inter Médica. Argentina, 2000; 1132
15. Hubrecht R, Kirkwood J, editores. The UFAW Handbook on the care and management of laboratory and other research animals. 8thed. Wiley-Blackwell. United Kingdom, 2010.

16. ITIS. *Boa constrictor* Linnaeus, 1758. Obtenida el 1 de febrero del 2014, de http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=209569
17. Jenkins N.K. y Simkiss K. (1968). The Calcium and Phosphate Metabolism of Reproducing Reptiles with Particular Reference to The Adder (*Vipera berus*). Department of Physiology and Biochemistry Berks University 26: 865-876.
18. Judah V, Nuttal L K. 2008. Exotic Animal Care and Management. Canada: Thomson.
19. Knotek Z, Knotkova Z, Hrdá A. Clinical haematology and plasma chemistry in reptiles. 46 Southern European Veterinary Conference. Barcelona, Spain.
20. Lamirande E. W, Bratthauer A. D, Fischer D.C, Nichols D.K. 1999. Reference hematologic and plasma chemistry values of brown tree snakes (*Boiga irregularis*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 30 (4): pp. 516-520. <http://www.jstor.org/stable/20095913>. [consulta: 12 jun 2015]
21. Mader D, Divers S. (2014). Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery. Canada: Saunders.
22. McArthur S, McLellan L, Brown S. 2004. Gastrointestinal system. En: Girling S, Raitl P. *Manual of Reptiles*. England: BSAVA. 16: pp. 210-229.
23. Martínez A, Lavin S, Cuenca R. La bioquímica sanguínea en clínica de reptiles. *Consulta Difus Vet* 2013; 200: 31-40

24. O'Malley B. (2005). *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*. EUA: Elsevier Saunders.
25. Reuter A, Mosig P. Comercio y aprovechamiento de vida silvestre: una responsabilidad compartida. *Pronatura por la gente por el planeta [serie en línea]* 2012 Oct-Nov [citado 2014 Oct 20]; Disponible en: http://www.pronatura.org.mx/pdf/SuplementoPronatura_No023.pdf
26. Rodrick J, Chiodini B.S, Sundberg J.P. 1982. Blood chemical values of the common boa constrictor (*Constrictor constrictor*). *American Journal of Veterinary Research*. 43 (9): pp. 1701-1702.
27. Silva B. K, Viana D.C, Dourado D.F, Sousa A.L, Silva J.R, Chaves D.P, Oliveira A.S. 2013. Valores Bioquímicos de jiboia (*Boa constrictor*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 50 (6): pp 497- 498.
28. Singer M.A. Do mammals, birds, reptiles and fish have similar nitrogen conserving systems?. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Elsevier Science Inc. 134, 543-558.
29. Tynes V. (2010). *Behaviour of exotic pets*. EUA: Willey- Blackwell.
30. Wright PA. Nitrogen excretion: Three end products, many physiological roles. *The Journal of Experimental Biology* 1995; 198: 273-281.