



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis de la digestibilidad y ganancia de peso de tres especies de
víboras de cascabel (*Crotalus molossus*, *Crotalus scutulatus* y
Crotalus aquilus) criadas en cautiverio**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

JUAN LUIS PATIÑO ORTEGA



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES**

2011



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.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Patiño

Ortega

Juan Luis

56 85 68 78

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

301220318

2. Datos del tutor

Dr

Víctor Hugo

Reynoso

Rosales

3. Datos del sinodal 1

Dr

Fausto Roberto

Méndez de la Cruz

4. Datos del sinodal 2

Dr

Germán David

Mendoza

Martínez

5. Datos del sinodal 3

M en C

Juana Margarita

Garza

Castro

6- Datos del sinodal 4

Biól

Mónica

Salmerón

Estrada

7. Datos del trabajo escrito

Análisis de la digestibilidad y ganancia de peso de tres especies de víboras de cascabel (*Crotalus molossus*, *Crotalus scutulatus* y *Crotalus aquilus*) criadas en cautiverio

64 p

2011

Agradecimientos

El proyecto fue financiado por Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACyT-Gobierno del Estado de Guanajuato (Clave de registro FONINV GTO-04-C02-112; Convenio 04-07-A-052) "Estudio de los patrones básicos de la biología de la serpiente de Cascabel (*Crotalus*) para la optimización de su reproducción y desarrollo en cautiverio, con miras a su explotación sustentable para fines peleteros".

Las colectas son avaladas por los Permisos Especiales de Colecta oficio núm. SGPA/DGVS/03545/2007 y 01684/07 a Víctor Hugo Reynoso otorgado por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, DGVS, SEMARNAT.

Al Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales, quien me recibió en su laboratorio y me dio la oportunidad de entrar al mundo de la Herpetología y mostrarme que se puede lucrar con la naturaleza pero nunca a costa de ella.

Al Dr. David Germán Mendoza Martínez y al M.V.Z. Fernando Platas por su apoyo y supervisión durante el trabajo de laboratorio así como por sus acertados comentarios.

Al Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz, por sus comentarios y contribuciones al escrito.

A la M. en C. Juana Margarita Garza Castro por toda su paciencia, por sus comentarios y por todo su aporte a mis conocimientos.

A la Biol. Mónica Salmerón Estrada y al Biol. Roberto Romero a quienes respeto y admiro, por haberme iniciado en el mundo de la Herpetología con su magnífica clase y su gran dedicación por el trabajo con reptiles.

A la Técnico Laboratorista Rosa Miguel Reyes por su grandísimo apoyo en los trabajos de laboratorio.

Al Biol. José Ávila y al Biol. Omar Becerra por su gran apoyo durante las salidas de colecta.

A mis padres y hermanos, quienes han creído en mi y apoyado en todo momento y de los cuales me siento orgulloso.

A mis amigos de la Facultad, con los cuales he pasado muchos momentos y me han dejado mucho en el tiempo que los conozco; Caro y Moffin, por toda su ayuda en las dudas y en los infinitos tramites; Mechas por todo lo que ha pasado y falta por pasar; Pelayo y Teporingo por los buenos ratos que hemos tenido y los malos también e Iraiz por haberme dado tu amistad aun cuando yo ni te recordaba.

Dedicatoria



A mi padre, por tantas conversaciones en las que las palabras sobraban y bastaba con solo estar los dos en silencio, mi primer maestro, mi guía, me enseñaste a vivir la vida para uno mismo y no para darles gusto a los demás, a no rendirse, a siempre seguir adelante y solo luchar por lo que creemos...

;;;Gracias papa!!!

En algún sitio, en el punto donde los círculos del tiempo se unen nos veremos de nuevo.

Hasta el último momento de mi vida tu recuerdo se quedara conmigo.

A mi madre, a quien siempre he admirado por su fortaleza, por siempre estar al pendiente de mí y de mis locuras, siempre cuidándome... siempre cerca.

A mis hermanos, con los que a pesar de ser tan diferente puedo convivir como con mi mejor amigo, y aun cuando no lo parezca, he aprendido mucho ellos y me han convertido en una mejor persona.



ÍNDICE

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	11
<i>Crotalus</i> : serpientes de cascabel.....	11
Digestibilidad.....	14
Nutrición en serpientes.....	15
Justificación.....	19
Objetivo general.....	20
Objetivos particulares.....	20
Hipótesis.....	21
Descripción del área de colecta.....	22
MATERIAL Y MÉTODO	24
Colecta de ejemplares.....	24
Trabajo de bioterio.....	25
Datos registrados.....	25
Alimentación.....	26
Trabajo de laboratorio.....	26
Materia seca.....	26
Digestibilidad.....	28
RESULTADOS	30
Digestibilidad.....	30
Consumo de materia seca.....	32
Ganancia de peso.....	34

Comparación entre especies.....	37
Resultados digestibilidad.....	37
Resultados materia seca.....	39
Resultados consumo en % de peso vivo.....	41
Resultados ganancia de peso.....	43
Tabla general Tukey.....	45
Correlación digestibilidad – ganancia de peso.....	46
DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSION.....	52
BILBLOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	62

RESUMEN

Este estudio describe el trabajo que se realizó para conocer el aprovechamiento del alimento expresado como digestibilidad en tres especies de víboras de cascabel, *Crotalus molossus*, *C. scutulatus* y *C. aquilus* mantenidas en cautiverio durante un periodo de un año, así como la posible relación entre el peso y la digestibilidad. Los ejemplares se colectaron en distintas zonas del Municipio de San Luis de la Paz en Guanajuato. La colecta de ejemplares se llevó a cabo en septiembre de 2007 y mayo de 2008. Se utilizaron 10 ejemplares de cada especie y se les colocó en encierros previamente acondicionados para alojarlos durante un año. Se les alimentó con una dieta a base de ratones vivos para las tres especies. La digestibilidad de *C. molossus* fue de 68.85%, para *C. scutulatus* fue de 69.64% y para *C. aquilus* de 76.83%. Se encontraron diferencias significativas entre las digestibilidades ($p > 0.05$). La ganancia de peso a lo largo del año de trabajo fue de 117.74 gr para *molossus*, de 38.46 gr para *C. scutulatus* y de 39.98 gr para *C. aquilus*. Se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el peso pero solo porque los resultados están en función de la talla de las especies, sin embargo con un análisis de covarianza se pudo calcular el incremento en peso quitando así el efecto del tamaño. El consumo en materia seca para cada especie fue, 13.56 g/día en *C. molossus*, 11.96 g/día en *C. scutulatus* y de 6.71 en *C. aquilus* en cual también se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Finalmente el consumo en porcentaje de peso vivo no mostro diferencias significativas ($p < 0.05$). Esto nos indica que *C. aquilus* tiene la mejor capacidad digestiva de las tres especies, sin embrago es *C. molossus* la especie que gana más peso. Los resultados obtenidos en digestibilidad y ganancia de peso, así como un análisis de correlación nos muestran que no existe relación alguna entre estas variables.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es un proceso que implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad. Comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes, transporte hacia todas las células del cuerpo, así como la eliminación de los elementos no utilizables y productos del desecho del metabolismo (Maynar *et al.*, 1981).

El alimento es la fuente de energía tanto para el hombre como para los animales. Los carbohidratos, grasas y proteínas que provee el alimento al organismo pueden ser usados como energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales del crecimiento, actividad, producción y reproducción (Mayner *et al.*, 1981, Shimada 2003). Según la edad y la especie animal de que se trate, entre el 70 y 85% del total de la materia seca ingerida se usa para generar la energía necesaria para estas funciones. Los minerales, vitaminas y enzimas desempeñan un papel importante en la digestión y metabolismo, ya que liberan y hacen disponible la energía del alimento. La falta de alimento o su calidad deficiente que puede reducir su aceptación o digestibilidad es un serio problema tanto para la salud del hombre como para los animales. La deficiencia energética produce retardos o fallas en el crecimiento, pérdida de peso y eventualmente la muerte, si la deficiencia es severa y prolongada. El problema es que estos signos no son específicos ya que muchas deficiencias nutricionales producen este mismo cuadro en determinadas condiciones (Mayner *et al.*, 1981, Shimada 2003, Pond *et al.*, 2004).

La importancia de la nutrición en los animales en cautiverio se hace notoria cuando el objetivo de tenerlos en cautiverio es el mantenimiento y el crecimiento óptimo de los mismos, para lo cual hay que entender que el mantenimiento en nutrición es aquel estado en el que el cuerpo no presenta ni ganancia ni pérdida de nutrientes. Una diferencia

importante entre la formulación de dietas para especies salvajes *versus* especies domésticas, en el caso de ganado en general, es que las dietas para estas últimas se elaboran en general para una ganancia máxima de peso o para una productividad máxima; mientras que en los animales salvajes el interés principal es una vida larga, saludable y exitosa, desde el punto de vista reproductor (Mayner *et al.*, 1981, Pond *et al.*, 2004).

La mayoría de los trabajos en nutrición están enfocados a los rumiantes y aves de corral para consumo humano y otros tantos en carnívoros mamíferos, no así para las serpientes en las cuales los trabajos de nutrición aun no son tan especializados y menos los de trabajos sobre digestibilidad los cuales son inexistentes. Las serpientes se encuentran dentro de los depredadores más exitosos del planeta y existen más de 2700 especies distribuidas en todo el mundo, excepto en las regiones Árticas, Antártica, Islandia, Irlanda, Nueva Zelanda y algunas pequeñas islas oceánicas. La mayoría son terrestres, pero muchas son excavadoras, acuáticas, marinas o arborícolas. (Halliday y Adler, 2007). Éstas se alimentan de una amplia variedad de presas aunque cabe aclarar que son exclusivamente carnívoras y de hecho muchas de las dietas de las serpientes son sumamente especializadas incluyendo aves, peces, huevos y larvas (Zug, *et al.*, 1993, Pérez-Higareda *et al.*, 2007).

Su tamaño es muy variado; desde 10 centímetros que alcanzan las llamadas culebras ciegas (Leptotyphlopidae), hasta poco más de 10 metros que alcanzan los especímenes gigantes como boas, pitones y anacondas (Pérez *et al.*, 1999).

ANTECEDENTES

México cuenta con 320 especies de serpientes pero solamente unas 60 son venenosas (Campbell y Lamar, 1989) y todavía más importante, sólo 19 de éstas son de primera importancia en salud pública, que es el equivalente al 2.8% de todas las serpientes del país.

***Crotalus*: serpientes de cascabel**

Las serpientes de cascabel pertenecen a la familia Viperidae y se distinguen de las demás familias de serpientes por la presencia de fosetas termo-sensibles. En el continente Americano se distribuyen desde el sur de Canadá hasta la parte baja de Argentina. Debido a su amplia distribución es posible encontrar a más de una especie compartiendo el mismo territorio. México se distingue por tener la mayor cantidad de especies, con 24 de las 27 especies de *Crotalus* existentes incluyendo 14 especies endémicas para el país (Mattison, 1996).

Las víboras de cascabel tienen una apariencia muy característica. Destacan por obvias razones el cascabel que es la estructura más llamativa y que da su nombre. Esta estructura consiste en una serie de segmentos que se encuentran unidos uno dentro del otro. A partir de un botón que se forma de la muda de la serpiente. Cada vez que la serpiente muda, se agrega un nuevo segmento al cascabel. El número de segmentos en el cascabel varía aunque es muy raro ver animales con más de 12 segmentos. Normalmente se presentan de 5 a 10. Las serpientes utilizan el cascabel como instrumento de aviso, haciendo vibrar la cola y provocando que los segmentos choquen entre sí rápidamente para crear el famoso sonido del cascabel (Mattison, 1996; Rubio, 1998; Halliday y Adler, 2007).

Las víboras de cascabel poseen cuerpos pesados, gruesos pero no muy largos, aunque existen tres especies que son consideradas las más grandes dentro de la familia

Viperidae, *Crotalus basiliscus* con un tamaño adulto de 1.8 m, con especímenes en cautiverio de hasta 3 m; le sigue *C. adamanteus* con 2.4 m en adultos; y, *C. atrox* con 2.13 m en circunstancias excepcionales como en cautiverio (Klauber, 1971; Mattison, 1996).

La cabeza triangular en forma de flecha es muy característica en las víboras de cascabel. Su forma se debe a que las glándulas de veneno se localizan justo por detrás de los ojos dándoles esa forma, que comparte con otros vipéridos.

Los colores no son tan llamativos como en otros tipos de serpientes, ya que al ser depredadores por emboscada dependen del camuflaje para poder capturar a su presa. Los colores y los patrones hacen que sean indetectables, por lo que muchas de las especies son muy similares para aquellas personas que no están habituadas a observarlas y así poder diferenciar una de otra.

Todas las víboras de cascabel son carnívoras y su dieta se basa principalmente en un 85% de mamíferos (ratones, ardillas y conejos en su mayoría), un 10% en aves y el otro 5% anfibios, lagartijas y otras serpientes (Frye, 1996; Halliday y Adler, 2007).

El veneno es uno de los rasgos más llamativos en las víboras de cascabel y uno de los que causa más temor en las personas. El veneno de las serpientes de cascabel contiene 20 componentes diferentes incluyendo citotóxicas, cardiotoxinas, neurotóxicas y enzimas digestivas como las lipasas y peptidasas, las cuales constituyen el del 80 al 90% del veneno de las cascabeles. Las primeras tres ayudan a paralizar la presa y matarla, mientras que las enzimas digestivas ayudan a la digestión del alimento (Thorpe, y Malhorta, 1997; Russell y Walter, 1997; Halliday y Adler, 2007).

Dentro de los córalos tenemos a *Crotalus molossus* (Gloyd, 1940) que es una serpiente grande con una longitud total de 115 cm. La característica más sobresaliente es la coloración negra de la parte superior de la cabeza y de la porción posterior del cuerpo hasta

la cola. La parte dorsal del cuerpo que no es completamente negra. Es amarillenta oscura con manchas en forma de rombos oscuros grandes bordeados por escamas más claras y presentan una franja oscura que se extiende por debajo de los ojos hasta el ángulo de la mandíbula (Anexo I). En México, ésta especie se distribuye desde el altiplano Mexicano, Sierra Madre Occidental hasta la parte Norte de Oaxaca (Vázquez y Quintero, 2005; Lemos y Smith, 2007).

Crotalus scutulatus (Gloyd, 1940) es una víbora de tamaño grande de 129 cm de longitud total. Su color varía de amarillo pálido a un tono verdoso. En la parte dorsal la coloración consiste en numerosas manchas en forma oval o romboide bordeadas por escamas claras y la cola presenta amplios anillos oscuros combinados con anillos blancos (Anexo II). Esta víbora se distribuye desde la parte sur de Nevada y sureste de California extendiéndose hasta el Sur a través del norte de Sonora y este de la Sierra Madre Occidental hasta Puebla y parte suroeste de Veracruz (Vázquez y Quintero, 2005; Lemos y Smith, 2007).

Crotalus aquilus (Gloyd, 1940) es una víbora pequeña que alcanza los 62 cm de longitud total. Las hembras son de color gris oscuro y los machos presentan tonos verdosos (dimorfismo sexual). El dorso es recorrido por una serie de manchas casi negras de formas rectangulares, más largas que anchas, siendo sus bordes intensamente oscuros. Su vientre es grisáceo y moteado (Anexo III). Se distribuye principalmente en el centro del país (Vázquez y Quintero, 2005).

En México las víboras de cascabel se encuentran bajo la categoría de amenazadas y sujetas a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los factores que afectan la supervivencia de las serpientes de cascabel son varios, el tráfico de especies, la destrucción del hábitat y el comercio de pieles. Este último tiene un

gran impacto en las poblaciones de víboras de cascabel debido a la industria peletera en el país. Sin embargo, no son los únicos, desde hace años ha existido una amenaza para las serpientes y en particular la de cascabel, y es el consumo de su carne por supuestos beneficios medicinales, lo que lleva a gran parte de su explotación sobre todo en las comunidades rurales (Casas-Andreu, 2000). Se ha dicho insistentemente que la carne de víbora de cascabel consumida regularmente cura el cáncer, sin embargo hasta el momento no existen estudios clínicos publicados que permitan aceptar esta creencia (Freiber, 1970; Álvarez del Toro, 1982; Casas y McCoy, 1987; Casas-Andreu, 2000).

Digestibilidad

La digestibilidad se expresa como la diferencia entre el alimento consumido y lo excretado por las heces (digestibilidad aparente) y mide todo aquello que fue digerido y absorbido por el animal (Mayner *et al.*, 1981).

Existen grandes diferencias en la capacidad para digerir los alimentos voluminosos en las diversas especies animales. Los coeficientes de digestión para herbívoros como el cerdo, conejo, caballo y el ganado bovino y ovino son de un 86% de materia seca, 16.2% proteína, 1.6% de extracto etéreo y 26.9 % de fibra cruda (Mayner *et al.*, 1981; Pond *et al.*, 2004). Sin embargo, los coeficientes de digestión no son constantes para un determinado alimento o especie animal. Estos están influenciados por factores del animal, (los factores anatómicos y fisiológicos); del alimento (el aporte de nutrientes y la biodisponibilidad), del entorno (el stress calórico y el stress) y de manejo (la presentación del alimento, tratamiento del alimento cocido, pellet o extrusado y la composición química del alimento). Por ejemplo, en herbívoros el estado de madurez de la planta consumida es un factor muy importante ya que conforme la planta madura, aumenta el contenido de pared celular, el

contenido celular se reduce y la planta se vuelve menos digestible (Mayner *et al.*, 1981; Shimada 2003; Pond *et al.*, 2004).

La digestibilidad puede ser limitada por la falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión o bien por falta de absorción completa. Tal efecto aumenta por el rápido tránsito de los alimentos a través del tracto digestivo. Por otro lado, el alimento puede transitar tan lentamente por los intestinos que se ve sujeto a fermentaciones excesivas (Mayner *et al.*, 1981).

La importancia de los datos obtenidos en los ensayos de digestibilidad radica en conocer la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto debido a la absorción. Sin embargo, se deben considerar la amplia variedad de factores que influyen en los resultados obtenidos, sobre todo cuando se interpretan los datos y en su aplicación práctica. Los datos más útiles para su aplicación práctica se obtienen cuando las raciones se administran al nivel requerido para una producción satisfactoria. Aportando tanto un consumo total como un contenido proteico apropiado. También es deseable un suministro adecuado de otros nutrientes porque la deficiencia de algunos de ellos puede afectar los procesos digestivos (Mayner *et al.*, 1981; Shimada 2003).

Nutrición en serpientes

Existen muy pocos trabajos de nutrición en serpientes y menos digestibilidad en serpientes de cascabel. Sabemos que el estudio de la nutrición en reptiles requiere de un especial cuidado en cuanto a las condiciones que pueden afectar la ingesta. La más importante es colocarlas en un hábitat ideal, preferente a la temperatura óptima y humedad óptima de acuerdo a la zona donde proviene el reptil, la preferencia específica de presas y el aporte nutricional que estas le proporcionan (Jarchow y Patton, 1993; Ackerman, 2008).

La temperatura es de vital importancia ya que los animales son ectotérmicos. Esto quiere decir que buscan aquellas temperaturas más apropiadas para el adecuado funcionamiento de su organismo, tomando su calor del sol y del medio que los rodea. Se mueven a lugares calientes para elevar su temperatura y se alejan del calor para disminuirla (Porter, 1940; Pough *et al.*, 1998; Ackerman, 2008, Hutchinson, 2009).

Necesitan de la temperatura y humedad correctas, de manera que puedan capturar, comer y digerir la comida. La temperatura ambiental afecta la actividad de la temperatura corporal interna. Lo que afecta de manera negativa la ingesta, provoca inapetencia y como resultado, una deficiencia de las necesidades energéticas alimenticias (Jarchow y Patton, 1993; Ackerman, 2008).

Un auxiliar útil en la elaboración de dietas adecuadas para animales silvestres cautivos es una matriz de estrategias de alimentación y de uso de hábitat, que fue ideada originalmente para mamíferos. Sin embargo, estas categorías de hábitat y alimento también se aplican a aves, anfibios y reptiles. Las categorías de hábitat representan los ambientes en los que las especies han evolucionado y donde permanece la mayor parte del tiempo, ya sea para pastar, descansar, aparearse y cuidar a sus crías. Las categorías de alimento representan los principales tipos de alimento que se consumen para cubrir las necesidades de energía y nutrientes (Pond *et al.*, 2004).

La energía diaria necesaria que se ha estimado para estos reptiles es extrapolada de otras especies domésticas (caninos y felinos) aun cuando no es adecuado ya que se está hablando de un organismo completamente diferente, esta información se utiliza dado el escaso conocimiento que se tiene sobre la nutrición en serpientes. La energía depende en gran medida de si el animal es herbívoro, carnívoro u omnívoro, en el caso de las serpientes se sabe que son totalmente carnívoras (Halliday y Adler, 2007).

Los valores de requerimientos energéticos diarios para serpientes son a una temperatura constante de 30 °C. El gasto metabólico es de 32 Kcal/día y la energía nutricional requerida estimada para carnívoros mamíferos es, proteína de 25-60% Kcal de energía metabolizable, grasas, de 30-60% y carbohidratos de menos del 10% (Ackerman, 2008).

La aceptabilidad es la suma de diferentes factores que el animal percibe durante el proceso de localizar y consumir un alimento y depende de la apariencia, olor, sabor, textura y temperatura. Estos diversos factores están afectados a su vez por la naturaleza química y física del alimento y es importante tomarlo en cuenta al momento de preparar una dieta para animales en cautiverio (Church y Pond, 1987; Arcos-García *et al.*, 2002).

Los estudios de digestibilidad en serpientes son inexistentes, pero de igual manera que con la nutrición se conocen valores de requerimientos en otros reptiles con lo que se puede tener una referencia. Sin embargo, estas no son buenas referencias, en las iguanas los estudios han sido variados y especializados que se tienen estudios de digestibilidad, el tipo de dieta y cómo influye en el crecimiento de los organismos, la temperatura adecuada para la crianza y la reproducción. Los valores de digestibilidad y ganancia de peso en iguanas no son una gran fuente de referencia para el trabajo en serpientes, principalmente por su tipo de dieta que es principalmente herbívora (Donoghue, 1994; Baer, 1997; Arcos García *et al.*, 2001; Arcos García *et al.*, 2005; Rueda *et al.*, 2005; Arcos García, 2007; Zurita, 2008; Rueda *et al.*, 2010).

Sin embargo estos trabajos han contribuido inmensamente en la elaboración de mejores estrategias de mantenimiento en cautiverio, al conocer sus requerimientos energéticos diarios, el tipo de dieta, los cuidados y mantenimiento y en mayor medida la

fisiología digestiva (Ferrel, 1994; Cobos *et al.*, 1998; Cobos *et al.*, 1999; Arcos-García 2001).

No existe en la literatura encontrada ningún trabajo de digestibilidad en reptiles carnívoros.

Justificación

El conocimiento sobre la ecología y biología de la víbora de cascabel en general no es limitado. A pesar de que la nutrición que es un aspecto muy importante en la vida de los animales, no existen trabajos sobre digestibilidad en serpientes. Conocer el consumo nutritivo del alimento nos permite tener una idea exacta de si el alimento ofrecido a nuestro animal en cautiverio está siendo aprovechado lo máximo posible y a si obtener un crecimiento y una ganancia de peso constante.

En las víboras de cascabel hay infinidad de trabajos sobre contenidos estomacales, pero ninguno está dirigido a conocer cuánto de este contenido es aprovechado por la serpiente. Esto se hace de gran importancia para aquellas personas que se dedican al mantenimiento de estos animales en cautiverio. El saber si el alimento está siendo aprovechado o no, nos permite tener una idea del estado del animal, y averiguar cuál es la causa de la falta de aprovechamiento del mismo.

Se decidió trabajar digestibilidad ya que es un aspecto no visto en las serpientes en general, pero en las serpientes de cascabel en particular porque son un recurso potencial y económicamente importante, ya que las tres especies del estudio tienen una gran demanda en la industria peletera (Russel y Walter, 1997; Aguilar, 2003).

La información sobre este estudio contribuirá a generar datos de referencia de digestibilidad en serpientes con lo que se propone una especie más apropiada como modelo para el mantenimiento en cautiverio.

Objetivo general

Analizar la digestibilidad de tres especies de víboras de cascabel (*Crotalus molossus*, *Crotalus scutulatus* y *Crotalus aquilus*) así como la posible relación entre la ganancia de peso y la digestibilidad de las tres especies.

Objetivos particulares

- Conocer la digestibilidad de las víboras de cascabel *Crotalus molossus* (cascabel serrana o de cola negra), *Crotalus scutulatus* (serpiente de cascabel del desierto de Mojave) y *Crotalus aquilus* (cascabel negra de Querétaro).
- Analizar si existe una diferencia entre la digestibilidad de las tres especies con el fin de conocer cuál es más eficiente.
- Conocer la ganancia de peso de *Crotalus molossus*, *Crotalus scutulatus* y *Crotalus aquilus* durante su mantenimiento por un año en cautiverio.
- Analizar si existe una relación entre la ganancia de peso y la digestibilidad en las tres especies de víboras de cascabel.

Hipótesis

H1. La digestibilidad en las serpientes de cascabel *Crotalus molossus*, *C. scutulatus* y *C. aquilus* mostrará valores similares a los de otros grupos de carnívoros (Hackenburger y Atkinson 1983).

H2. La ganancia de peso será mayor en los ejemplares de estadio joven como ha sido encontrado en condiciones en cautiverio (Frye 1996, Fontanillas *et al.*, 2000).

H3. La digestibilidad estará relacionada con la ganancia de peso, teniendo mayor ganancia de peso a mayor digestibilidad.

Descripción del área de colecta

Los ejemplares se colectaron en distintas zonas del municipio de San Luis de la Paz en el estado de Guanajuato, ubicado a 21° 41' N y 100° 12' W con una altitud de 2300 m.s.n.m. El municipio colinda al norte con el estado de San Luis Potosí, al este con el municipio de Victoria, al sur con los municipios de Doctor Mora, San José Iturbide, San Miguel Allende y Dolores Hidalgo y al oeste con San Diego de la Unión y San Luis Potosí (INEGI 2005) (Figura 3).

El clima predominante es semiseco con lluvias en verano; con una temperatura media anual entre 18° y 22° C. El tipo de vegetación es predominantemente bosque de pino, encino y nopaleras. La fauna acompañante es principalmente conejo, liebre, ardilla, tejón y herbívoros mayores como el venado y el ciervo (INEGI-INIDEG, 2001).



Fig. 1. A. Ubicación del Estado de Guanajuato en el país. B. Estado de Guanajuato y la ubicación de San Luis de la Paz.

MATERIAL Y MÉTODO

Colecta de ejemplares

Se colectaron tres especies de víboras de cascabel típicas de la región *Crotalus molossus*, *Crotalus scutulatus* y *Crotalus aquilus* de diversas tallas. De septiembre de 2007 a mayo de 2008. En cada salida se estableció un campamento base y para la búsqueda de los ejemplares se tomó un lugar al azar que pareciera prometedor para encontrar las víboras (Zim y Smith, 1994). Con un total de 54 serpientes, 31 del género *C. molossus*, 10 *C. scutulatus* y 13 *C. aquilus*.

Se colectaron las serpientes por búsqueda activa recorriéndose varios kilómetros desde el campamento hasta los sitios más alejados de los asentamientos humanos con el fin de incrementar la posibilidad de captura. La colecta se realizó anual de manera sistemática desde las primeras horas de la mañana de 7:00 am a 10 am y tomando una pausa hasta pasada las 6:00 pm y reanudar la búsqueda hasta las 12:00 pm. Este horario de búsqueda se ajusta a los hábitos crepusculares y nocturnos de las tres especies de serpientes (Uribe-Peña *et al*; 1999; Vázquez y Quintero, 2005; Woolrich *et al*; 2005).

Para la captura y traslado de los ejemplares se utilizaron ganchos herpetológicos y costales de manta que permiten el transporte y el paso del aire, esto para evitar la asfixia del animal (Zim y Smith 1994; Lee, 2000). Una vez que los ejemplares fueron colectados se les asignó un número de colecta para facilitar el manejo de datos en el estudio, el nombre de colecta se asignó con las iniciales del género y la especie y el número de ejemplar dependía del número de colecta por ejemplo: en el caso de un ejemplar de *Crotalus molossus* que fuera el quinto en ser colectado su número de catálogo para el estudio sería CM05 donde CM es el género y la especie y 05 el número de captura. Esto se hizo mediante un registro fotográfico de cada animal.

Trabajo de bioterio

Se acondicionaron dos bioterios para albergar a las víboras individualmente durante todo el estudio. Se armaron encierros de estructura de acero, fibra de vidrio y triplay especiales para contener cada ejemplar, equipados con lámparas de luz blanca con espectro amplio (UVB) especiales para reptiles de la marca ZOOMED, con la ayuda de timers se mantuvo un periodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, se les acondicionaron puertas especiales para la alimentación y agujeros en la parte posterior y anterior que permitían la circulación de aire.

Para mantener una temperatura adecuada de 25 °C min y 29 °C máx. Se les proveyó calor constante con ambientadores de la marca Lakewood ubicados dentro de cada cuarto de bioterio, y para mantener el control de la temperatura se colocó un termómetro que registraba la máxima y mínima temperatura en cada bioterio que nos proporcionaba una lectura constante. Además de que se contaba con ventiladores para mantener una circulación de aire dentro del bioterio.

Datos registrados

Se registro el peso inicial del animal antes de iniciar el experimento. Para seguridad se introdujo a la serpiente en un recipiente de plástico con tapa, a la cual se le cortó la parte superior de la tapa y se le coloco un acrílico para poder visualizar al ejemplar y se colocaron asas para poder sujetar el recipiente. Se tomó el peso del recipiente el cual fue de 920.78 gr. Con este valor se procedió a pesar todos los ejemplares cada 15 días durante un periodo de un año.

Alimentación y colecta de excretas

Se ofrecieron ratones vivos (*Mus musculus*) o ratón de laboratorio, cada 15 días a partir de la primera semana de ingreso y se registró la fecha de alimentación, peso del alimento vivo y número de ratones consumidos y si estos eran crías o adultos.

Para el estudio de digestibilidad se colectaron las excretas de las serpientes de manera diaria. Estas se guardaban en bolsas de papel estraza a las cuales se les rotulaba con el número de catálogo del ejemplar, la fecha de colecta y el peso de la excreta anotando si es peso húmedo o peso seco. Finalmente las excretas colectadas se almacenaban y secaban durante todo el año del estudio.

Trabajo de laboratorio

Con los datos obtenidos tras un año se seleccionó la información de 30 serpientes, 10 de cada especie, para los estudios de nutrición.

Para los estudios de digestibilidad se procedió al secado de las excretas individualmente de las serpientes seleccionadas en una estufa a 60 °C durante dos días para después volver a pesar. Una vez obtenidos estos datos se creó una base de datos anotando el número de ejemplar, género, especie, fecha de pesado, peso en gramos de la serpientes, fecha de alimentación, peso del alimento consumido, No. de ratones consumidos, fecha de colecta de excretas y peso seco de las excretas.

Materia seca

Para la determinación de materia seca del alimento se tomó una muestra de 10 ratones de ratones CD1 del bioterio de la Facultad de Medicina de la UNAM. Estos ratones fueron pesados inmediatamente después de sacrificados para obtener el valor del peso

fresco y después se colocaron en charolas de aluminio para ser llevados a la estufa de secado donde estuvieron 48 horas a 60 °C posteriormente las cámaras fueron puestas en un desecador para disipar el calor de la estufa durante 15 min y se pesaron los ratones de nuevo anotando esta vez su peso seco.

Con los datos de peso fresco y peso seco se obtuvo la materia seca de ratón de acuerdo a la ecuación 1 (Osuji *et al.*, 1993).

Ecuación 1

$$MS\% = \frac{(PMI - PMF) \times 100}{PMI}$$

Donde:

MS% = Porcentaje en materia seca.

PMI = Peso de la muestra inicial expresado en gramos.

PMF = Peso de la muestra final expresado en gramos.

Una vez obtenida la materia seca de los ratones se procedió a calcular el consumo de materia seca de las serpientes, el cual se obtuvo de acuerdo a la ecuación 2.

Ecuación 2

$$CMS = \frac{MSR \times PAC}{100}$$

Donde:

CMS = Consumo en materia seca

MSR = Materia seca de los ratones.

PAC = Peso del alimento húmedo consumido por las serpientes

Digestibilidad

Una vez que se obtuvieron estos datos se procedió a obtener el valor de digestibilidad, el cual se obtuvo con la ecuación 3 (Osuji *et al*; 1993).

Ecuación 3

$$\text{Dig} = \frac{(\text{Consumo MS} - \text{Excretado en MS}) \times 100}{(\text{Consumo en MS})}$$

Donde:

Dig = Digestibilidad.

Consumo MS = Lo consumido en materia seca.

Excretado MS = Lo excretado en materia seca.

Con estos datos se creó una nueva base de datos con la cual se obtuvo la digestibilidad promedio anual, el consumo en porcentaje de peso vivo, consumo promedio y la ganancia de peso por individuo y por especie.

Con los datos obtenidos se realizaron cuadros de digestibilidad, ganancia de peso, consumo en materia seca y consumo en porcentaje de peso vivo con el programa Microsoft Office Excel 2007.

Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS versión 6.12 y las medias se compararon con la finalidad de conocer cuáles son más parecidas entre sí en los resultados de las variables a través de la prueba de Tukey. También se realizó un ajuste para comparaciones múltiples para obtener las medias ajustadas con una prueba de Tukey-Kramer, para así poder obtener las diferencias en digestibilidad, consumo en materia, consumo en % de peso vivo y la ganancia final de peso para cada una de las tres especies.

Con la finalidad de conocer las diferencias entre las medias no ajustadas y las medias ajustadas se realizó una tabla con los resultados y su respectiva categoría asignada por la prueba estadística (Cuadro 20).

De acuerdo a lo encontrado en otros trabajos (Arcos-García, 2007) para los reptiles como las iguanas, las digestibilidades asignadas son superiores al 70% para carnívoros mamíferos se considera como una buena digestibilidad los valores de más del 70%.

RESULTADOS

Digestibilidad

La digestibilidad promedio anual para los 10 ejemplares de *Crotalus molossus* fue variada teniendo los valores más bajos en CM05 con una digestibilidad promedio de 56.02% y los más altos en CM13 con una digestibilidad promedio de 79.12% (Cuadro 1).

Los resultados para los 10 individuos de *Crotalus scutulatus* mostraban una digestibilidad igualmente variable, los valores más bajos los presentó CS18 con una digestibilidad promedio de 59.06% y los más altos CS23 con un valor de 80.12% (Cuadro 2).

Los valores de las 10 serpientes de *Crotalus aquilus* parecen continuar con la variación de los datos como en las otras dos especies de serpientes anteriores; sin embargo, esta especie presenta los valores más altos de digestibilidad. Los resultados van desde CA25 con una digestibilidad promedio de 69.28% y los más altos con CA01 86.58% (Cuadro 3).

Digestibilidad			
No. de ejemplar	Máximo	Mínimo	Promedio
CM03	80.13	9.15	61.34
CM05	82.32	19.46	56.02
CM06	84.78	17.34	64.15
CM08	91.68	49.54	72.05
CM12	91.70	4.48	60.16
CM13	95.68	22.45	79.12
CM21	99.47	33.99	75.38
CM22	87.43	30.04	71.37
CM23	90.23	25.98	70.95
CM27	91.93	31.96	78.05

Cuadro1. Resultados de la digestibilidad anual de las 10 serpientes de cascabel de la especie *C. molossus* ordenados por su valor máximo, mínimo y promedio.

Digestibilidad			
No de ejemplar	Máximo	Mínimo	Promedio
CS03	96.72	23.01	71.38
CS05	99.76	43.62	73.52
CS14	83.54	27.60	61.35
CS16	85.86	48.77	70.85
CS17	88.96	9.90	59.49
CS18	93.47	13.37	59.07
CS23	99.22	53.98	80.13
CS27	98.53	34.85	73.36
CS28	97.17	30.07	74.79
CS29	97.83	80.16	72.47

Cuadro 2. Resultados de la digestibilidad anual de las 10 serpientes de cascabel de la especie *C. scutulatus* ordenadas por su valor máximo, mínimo y promedio.

Digestibilidad			
No de ejemplar	Máximo	Mínimo	Promedio
CA01	98.41	62.79	86.58
CA02	97.16	39.73	79.16
CA06	99.13	0.13	81.28
CA10	97.41	39.56	75.02
CA11	99.75	68.14	85.62
CA12	90.85	21.83	70.97
CA20	90.68	45.38	68.95
CA24	98.37	28.47	75.78
CA25	95.92	30.65	69.29
CA26	95.49	62.41	75.72

Cuadro 3. Resultados de la digestibilidad anual de las 10 serpientes de cascabel de la especie *C. aquilus* ordenadas por su valor máximo, mínimo y promedio.

Consumo de materia seca

El consumo de materia seca nos muestra que, *Crotalus molossus* presentó valores de 6.04 g/día de consumo promedio en ejemplares como CM13 y de 22.45 g/día en otros como CM03 (Cuadro 4). En *Crotalus scutulatus* el consumo promedio de materia seca se presenta de forma similar a *C. molossus* por, los valores van desde 5.8 g/día para CS05 y aumentan hasta 21.48 g/día en CS18 (Cuadro 5). Finalmente *Crotalus aquilus* mantiene la misma tendencia que las dos especies anteriores CA01 tiene valores de consumo promedio en materia seca de 2.25 g/día como los más bajos de todas las serpientes y CA20 consumos de 11.04 g/día (Cuadro 6).

El consumo en materia seca por individuo nos muestra el consumo en g/día por parte de los animales, los consumos se encuentran agrupados por su valor máximo y su mínimo, así como su promedio final, para apreciar los cambios en los valores durante el año.

Consumo en materia seca g/día			
No. de ejemplar	Máximo	Mínimo	Consumo p.
CM03	105.39	6.77	22.46
CM05	93.19	8.33	21.78
CM06	91.60	6.71	19.14
CM08	29.65	3.16	12.84
CM12	29.48	6.46	11.47
CM13	20.84	0.63	6.04
CM21	26.01	3.51	11.21
CM22	25.22	3.21	9.84
CM23	26.61	3.81	10.81
CM27	35.71	2.31	10.07

Cuadro 4. Consumo de materia seca de las 10 serpientes de la especie *C. molossus*.

Consumo en materia seca g/día			
No. de ejemplar	Máximo	Mínimo	Consumo p.
CS03	15.30	2.03	6.92
CS05	15.48	1.86	5.81
CS14	27.50	7.47	15.20
CS16	26.35	8.70	13.69
CS17	20.97	6.27	13.72
CS18	34.37	11.29	21.49
CS23	15.30	5.43	8.78
CS27	16.88	4.41	8.26
CS28	24.69	11.42	18.50
CS29	15.97	4.41	7.30

Cuadro 5. Consumo de materia seca de las 10 serpientes de la especie *C. scutulatus*.

Consumo en materia seca g/día			
No. de ejemplar	Máximo	Mínimo	Consumo p.
CA01	4.41	0.63	2.26
CA02	8.68	0.68	3.80
CA06	12.01	2.52	5.17
CA10	20.41	2.58	8.61
CA11	12.81	2.50	6.57
CA12	21.74	4.70	9.50
CA20	15.16	4.97	11.04
CA24	12.06	3.11	9.29
CA25	2.98	1.17	2.83
CA26	15.37	4.66	8.07

Cuadro 6. Consumo de materia seca de las 10 serpientes de la especie *C. aquilus*.

Ganancia de peso

La ganancia de peso nos muestra si en efecto nuestros animales tuvieron algún incremento en peso a lo largo del año del experimento. Los individuos de las tres especies mostraron una ganancia de peso durante todo el año, mostrando los pesos iniciales, finales, y su ganancia de peso por individuo de las 30 serpientes (Cuadro 7,8 y 9). En algunos casos las serpientes mostraron una ganancia de peso de hasta tres veces su peso inicial, esto en los ejemplares más jóvenes, mientras que los ejemplares más grandes aunque también muestran ganancia de peso no es tan marcada como en los jóvenes. Esto coincide con la literatura donde nos dice que los ejemplares jóvenes tienden a crecer más rápido, ya sea para poder sobrevivir en el medio o para poder alimentarse de presas con mayor aporte de nutrientes (Hamilton, 1951; Fontanillas *et al*; 2000).

En los resultados de peso/estadío (Cuadro 10) se aprecia claramente como todos los ejemplares jóvenes de las tres especies ganan más peso que los ejemplares adultos o las crías.

Ganancia de peso			
No. de ejemplar	Peso Inicial g.	Peso Final g.	Ganancia de peso final
CM03	592	676.3	84.3
CM05	461	551.8	90.8
CM06	336	472.3	136.3
CM08	143	341.7	198.7
CM12	203	358.8	156.3
CM13	49	142.7	94.1
CM21	76	156.6	80.4
CM22	75	195.9	120.5
CM23	80	189.3	109.3
CM27	69	175.5	106.8

Cuadro 7. Peso inicial, final y ganancia de peso final de los 10 individuos de *C. molossus*.

Ganancia de peso			
No. de ejemplar	Peso Inicial g.	Peso Final g.	Ganancia de peso final
CS03	103.3	123.5	20.2
CS05	102	140.8	38.8
CS14	482.3	545.6	63.3
CS16	133.1	165.7	32.6
CS17	230.6	272.6	42.0
CS18	515.4	535.8	20.4
CS23	46.3	100.1	53.8
CS27	59.1	99.4	40.3
CS28	348.5	379.1	30.6
CS29	60.87	103.56	42.7

Cuadro 8. Peso inicial, final y ganancia de peso final de los 10 individuos de *C. scutulatus*.

Ganancia de peso			
No. de ejemplar	Peso Inicial gr.	Peso Final gr.	Ganancia de peso final
CA01	38	54.7	16.7
CA02	44	85.7	41.7
CA06	67.5	116	48.5
CA10	100.4	198.4	98
CA11	73.3	101.5	28.2
CA12	143.6	216.2	72.6
CA20	140.4	153.5	13.1
CA24	73.6	114.8	41.2
CA25	9.9	27.5	17.6
CA26	129.8	152	22.2

Cuadro 9. Peso inicial, final y ganancia de peso final de los 10 individuos de *C. aquilus*.

Ganancia de peso /estadio			
Estadio	<i>C. molossus</i>	<i>C .scutulatus</i>	<i>C. aquilus</i>
adulto	116.91	28.3	21.9
joven	123.14	45.25	65.08
cría	94.1	30.8	25.3

Cuadro 10. Resultados de la ganancia de peso anual / estadio de las tres especies serpientes de cascabel, en las tres especies los ejemplares jóvenes son los que mostraron una mayor ganancia de peso.

Comparación entre especies

Digestibilidad

La digestibilidad por especie nos muestra cual de las tres especies presentó una mayor digestibilidad, *Crotalus molossus* presentó una digestibilidad de 68.85%, *C. scutulatus* de 69.64% y *C. aquilus* tiene los valores más altos en digestibilidad con 76.83%. Para saber si las existen diferencias significativas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un intervalo de confianza del 95% (Cuadro 11) y (Figura 2).

Interpretación de resultados

El resultado de la prueba de estadística nos da un valor de $F = 336.869$ $F < 0.0001$ lo que nos dice que aparentemente no hay diferencias en los consumos de digestibilidad, sin embargo, con el resultado de la prueba de Tukey se pudieron comparar las medias así conseguir las categorías de comparación (Cuadro 12).

Coeficientes estandarizados:						
Fuente	Valor	Desviación típica	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
<i>Crotalus aquilus</i>	1.047	0.038	27.647	< 0.0001	0.970	1.123
<i>Crotalus molosuss</i>	0.938	0.038	24.777	< 0.0001	0.861	1.015
<i>Crotalus scutulatus</i>	0.949	0.038	25.058	< 0.0001	0.872	1.025

Cuadro 11. Análisis de varianza (ANOVA) para la digestibilidad de las tres especies de viboras de cascabel con una N= 30.

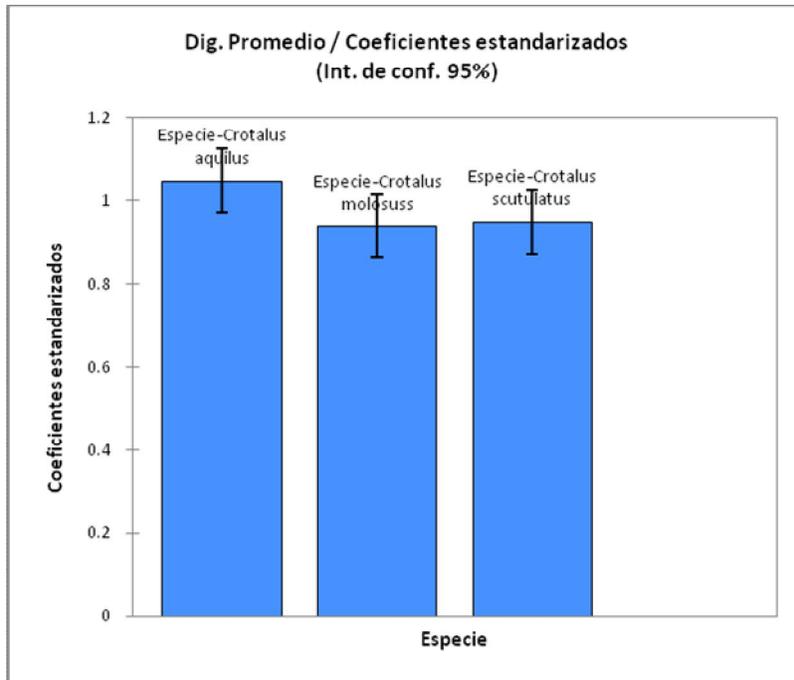


Fig. 2. Representación gráfica del análisis de varianza (ANOVA) para las tres especies de víboras de cascabel.

Resultados Tukey

Los resultados de la prueba de Tukey para comparaciones múltiples nos muestran que si hay diferencias significativas, pero solo en el caso de *C. aquilus* vs *C. molossus* las otras comparaciones entre especies nos dicen que no hay diferencias significativas.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
<i>C. aquilus</i> vs <i>C. molossus</i>	7.976	2.870	2.693	0.033	Si
<i>C. aquilus</i> vs <i>C. scutulatus</i>	7.196	2.589	2.693	0.063	No
<i>C. scutulatus</i> vs <i>C. molossus</i>	0.780	0.281	2.693	0.992	No
Valor crítico del d de Tukey:			3.809		

Cuadro 12. Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95%.

Consumo en materia seca

El consumo en materia seca fue diferente para cada especie de *serpientes Crotalus molossus* presenta valores de 13.56 g/día, mientras que *Crotalus scutulatus* tiene 11.96 g/día y finalmente *Crotalus aquilus* con 6.71 g/día. Del mismo modo que con la digestibilidad se realizó un análisis de significancia (ANOVA) con un intervalo de confianza del 95% que nos muestra que *C. molossus* y *C. scutulatus* tienen consumos significativamente parecidos, mientras que *C. aquilus* es significativamente más diferente (Cuadro 13) y (Figura 3).

Interpretación de resultados

El resultado del estadístico para el consumo en materia seca nos da un valor de $F = 21.676$ $F < 0.0001$ que nos dice no habría diferencias, sin embargo, el análisis de coeficientes estandarizados muestra que *C. aquilus* es significativamente diferente que las otras dos especies. Los resultados de la prueba de Tukey nos dan las comparaciones de las medias y las categorías (Cuadro 14).

Coeficientes estandarizados:						
Fuente	Valor	Desviación típica	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
<i>Crotalus aquilus</i>	0.440	0.122	3.612	0.001	0.193	0.687
<i>Crotalus molosuss</i>	0.889	0.122	7.298	< 0.0001	0.642	1.136
<i>Crotalus scutulatus</i>	0.784	0.122	6.437	< 0.0001	0.537	1.032

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANOVA) para el consumo en materia seca de las tres especies con una $N = 30$.

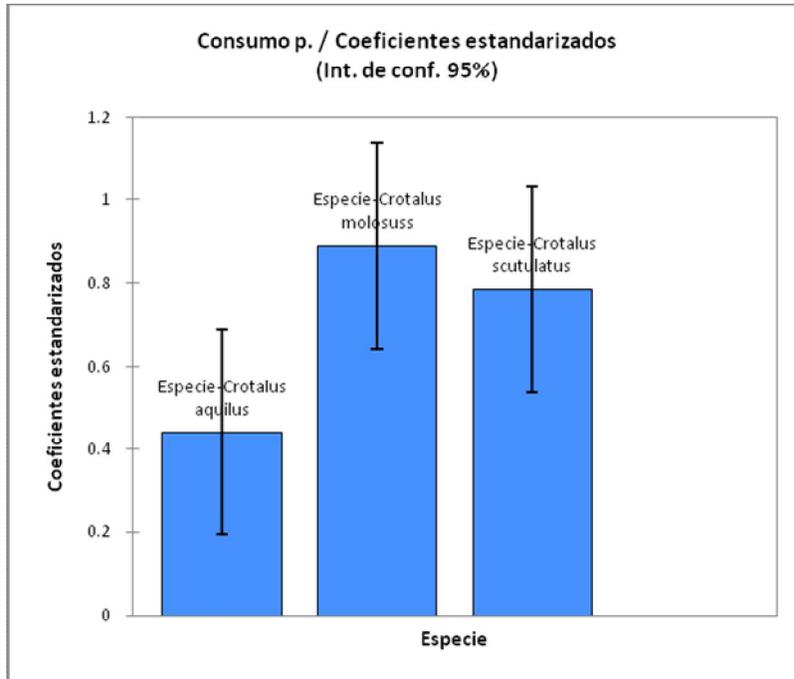


Figura 3. Representacion grafica del análisis de la varianza (ANOVA) para el consumo en materia seca de las tres especies.

Resultados Tukey

Los resultados de la prueba de Tukey nos dice que *C. aquilus* es significativamente diferente en consumo en materia seca en la comparación con las otras dos especies.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
<i>C. molosuss</i> vs <i>C. aquilus</i>	6.852	3.686	2.693	0.004	Si
<i>C. molosuss</i> vs <i>C. scutulatus</i>	1.600	0.860	2.693	0.825	No
<i>C. scutulatus</i> vs <i>C. aquilus</i>	5.252	2.825	2.693	0.037	Si
Valor crítico del d de Tukey:			3.809		

Cuadro 14. Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95%.

Consumo en % de peso vivo

Los valores del alimento como peso vivo para las tres especies de víboras de cascabel fueron, *Crotalus molossus* 6.14 % *Crotalus scutulatus* 6.89 % y *Crotalus aquilus* 7.35 %. El análisis estadístico (ANOVA) nos mostro no es significativamente diferente el consumo en % de peso vivo para las tres especies (Cuadro 15) y (Figura 4).

Interpretación de resultados

Los resultados del análisis estadístico nos dan un valor de $F = 20.413$ $F < 0.0001$ que nos dice que no hay diferencias significativas en el consumo en % de peso vivo para ninguna de las tres especies, de igual forma se realizo una prueba de Tukey para las comparaciones y los grupos (Cuadro 16).

Coeficientes estandarizados:						
Fuente	Valor	Desviación típica	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
<i>Crotalus aquilus</i>	0.847	0.124	6.821	< 0.0001	0.595	1.099
<i>Crotalus molosuss</i>	0.712	0.124	5.729	< 0.0001	0.460	0.963
<i>Crotalus scutulatus</i>	0.798	0.124	6.427	< 0.0001	0.546	1.050

Cuadro 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el consumo en % de peso vivo de las tres especies con una N = 30

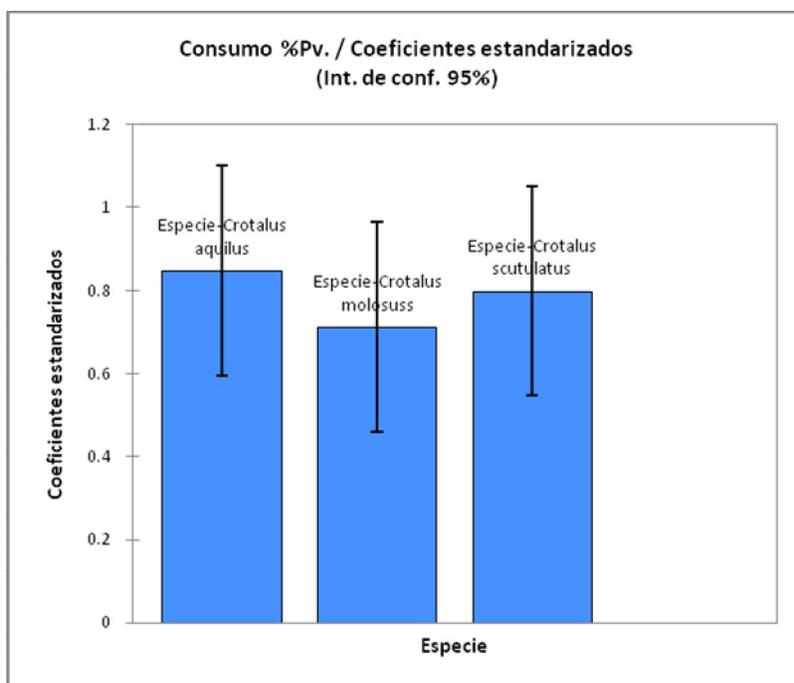


Figura 4. Representación gráfica del análisis de la varianza (ANOVA) para el consumo en % de peso vivo de las tres especies.

Resultados Tukey

Los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey nos dice que no hay diferencias en las medias por lo tanto no existen diferencias significativas en el consumo de % de peso vivo entre las tres especies.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
<i>C. aquilus vs C. molosuss</i>	1.171	1.092	2.693	0.697	No
<i>C. aquilus vs C. scutulatus</i>	0.422	0.394	2.693	0.979	No
<i>C. scutulatus vs C. molosuss</i>	0.748	0.698	2.693	0.897	No
Valor crítico del d de Tukey:			3.809		

Cuadro 16. Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95%.

Ganancia de peso

En la ganancia de peso se mostró una notable diferencia en *Crotalus molossus* de las otras dos, esto principalmente por el tamaño de la especie, esta obtuvo una ganancia de peso de 117.74 g. *Crotalus scutulatus* de 38.46 g. y *Crotalus aquilus* de 39.98 g. para quitar el efecto del tamaño de la especie *C. molossus* se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con lo que se puede medir el incremento en peso de las serpientes sin el efecto del tamaño (Cuadro 17) y (Figura 5)

Interpretación de resultados

Los resultados del estadístico para ganancia de peso nos dieron como resultado un valor de $F = 31.138$ $F < 0.0001$, los resultados de los coeficientes nos muestran que *C. molossus* es significativamente diferente de las otras dos especies en ganancia de peso. Del mismo modo se realizó la prueba de Tukey para obtener los grupos (Cuadro 18).

Coeficientes estandarizados:						
Fuente	Valor	Desviación típica	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Peso Inicial gr.	-0.047	0.097	-0.489	0.628	-0.244	0.149
<i>Crotalus aquilus</i>	0.368	0.099	3.700	0.001	0.166	0.570
<i>Crotalus molosuss</i>	1.080	0.112	9.614	< 0.0001	0.852	1.308
<i>Crotalus scutulatus</i>	0.371	0.112	3.308	0.002	0.143	0.599

Cuadro 17 Análisis de covarianza (ANCOVA) para eliminar el efecto del tamaño en las especies de víboras de cascabel y medir el incremento en peso con una $N = 30$.

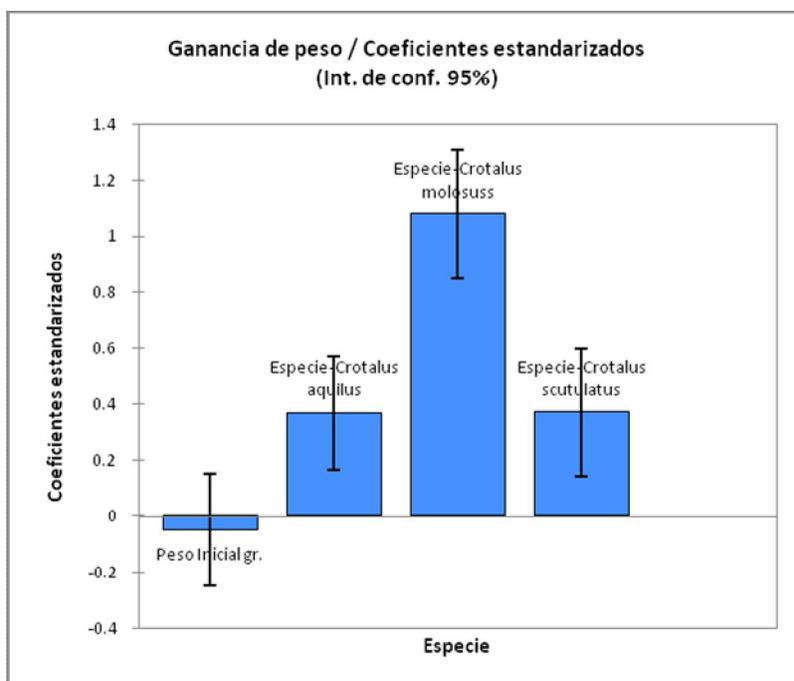


Figura 5. Representación grafica del análisis de covarianza (ANCOVA) para la ganancia de peso entre especies.

Resultados Tukey

Los resultados de la prueba de comparaciones de Tukey nos dice que es significativamente diferente de las otras dos especies. Finalmente se realizo un cuadro general con los resultados de las pruebas de Tukey para cada uno de los parámetros (Cuadro 19).

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
<i>C. molosuss</i> vs <i>C. aquilus</i>	79.645	6.918	2.697	< 0.0001	Si
<i>C. molosuss</i> vs <i>C. scutulatus</i>	79.279	7.306	2.697	< 0.0001	Si
<i>C. scutulatus</i> vs <i>C. aquilus</i>	0.367	0.032	2.697	1.000	No
Valor crítico del d de Tukey:			3.814		

Cuadro 18. Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95%.

Tabla general de Tukey

Con los resultados de la prueba de Tukey para la digestibilidad, consumo en materia seca, consumo en porcentaje de peso vivo y ganancia de peso se pudo comparar entre las especies y presentar los grupos de las medias estimadas.

Los resultados nos muestran una agrupación para cada uno de los parámetros medidos y nos indica cual es significativamente diferente de los otros, en digestibilidad nos dice que *C. aquilus* es significativamente diferente en comparación de las otras dos especies siendo la que tiene la mayor la digestibilidad, en el consumo en materia seca *C. aquilus* vuelve a ser significativamente diferente pero esta vez por tener el consumo más bajo. Para el consumo en % de peso vivo no se encontraron diferencias entre los consumos de las tres especies. Finalmente en la ganancia de peso se encontró que *C. molossus* es significativamente diferente (Cuadro 19).

Especie	DIG (%)	CMS g/día	CONSUMO (%) PV.	GPF
<i>Crotalus molossus</i>	68.85 ^b	13.56 ^a	6.14 ^a	117.74 ^a
<i>Crotalus scutulatus</i>	69.64 ^b	11.96 ^a	6.89 ^a	38.46 ^b
<i>Crotalus aquilus</i>	76.83 ^a	6.71 ^b	7.35 ^a	39.98 ^b
Valor de p	p = 0.033	p = 0.037	p = 0.0001	p = 0.097

Cuadro 19. Análisis de las medias comparadas por la prueba de Tukey. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Correlación digestibilidad - ganancia de peso

Se realizó una prueba de correlación para saber si existe alguna relación entre la digestibilidad y la ganancia de peso. Los resultados obtenidos nos muestran que *Crotalus molossus* tiene un coeficiente de correlación de -0.062 que nos dice que no hay relación alguna entre digestibilidad y ganancia de peso. Para *Crotalus scutulatus* se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.058 que de igual forma que en el caso anterior no hay relación entre la digestibilidad y la ganancia de peso, finalmente los resultados de *Crotalus aquilus* presentan un resultado similar, con un coeficiente de correlación de -0.119 con lo cual se descarta que exista alguna relación entre estas variables (Cuadro 20).

Especie	Variabes	Valores de p	Coficiente de determinación (R ²)	Coficiente de correlación
<i>C. molossus</i>	Digestibilidad-Ganancia de peso	0.866	0.004	-0.062
<i>C. scutulatus</i>	Digestibilidad-Ganancia de peso	0.873	0.003	0.058
<i>C. aquilus</i>	Digestibilidad-Ganancia de peso	0.742	0.014	-0.119

Cuadro 20. Resultados del analisis de correlación para digestibilidad y ganancia de peso de las tres especies de viboras de cascabel.

DISCUSIÓN

Debido a que no existen investigaciones de digestibilidad en serpientes de cascabel fue necesario el hacer comparaciones con otros datos de digestibilidad de otros reptiles y carnívoros, sin embargo en todos los casos se tuvo en cuenta la variación del tipo de dieta y si éstos animales a comparar eran estrictamente carnívoros u omnívoros como en el caso de las iguanas y los felinos como el tigre.

Los resultados de la digestibilidad para las víboras de cascabel fueron 68.85% para *Crotalus molossus*, 69.64% para *Crotalus scutulatus* y 76.83% para *Crotalus aquilus*.

Estos resultados son similares a los encontrados en otros reptiles como iguanas, (Arcos-García *et al.*, 2007) tiene datos de digestibilidad para iguanas de 73 y 74%, estos resultados son muy parecidos a los obtenidos en las serpientes de cascabel, sin embargo estos resultados no son buenos para comparar ya que su alimentación se basa en una dieta de insectos y vegetales, mientras que la dieta de las serpientes fue totalmente a base de mamíferos, ya que estas son completamente carnívoras.

Por otro lado se tienen datos de digestibilidad de tigres en cautiverio (Hackenburger y Atkinson, 1983) que presentan una dieta completamente carnívora y con resultados del 97 y 98%, estos resultados son más altos que los obtenidos en serpientes posiblemente al tipo de metabolismo de los mamíferos y más importante que estos carnívoros no se comen todo el cuerpo de su alimento solo la carne, mientras que las serpientes al alimentarse estas ingieren todo el cuerpo, es decir los carnívoros mamíferos no se comen todo lo indigestible y quizás por eso tienen mayor digestibilidad que las serpientes.

La diferencia significativa de la digestibilidad de *C. aquilus* en relación de las de *C. molossus* y *C. scutulatus* puede ser explicada con base en el tamaño de las especies.

Mientras que *C. molossus* y *C. scutulatus* son serpientes de tamaño de mediano a grande *C. aquilus* se encuentra en la categoría de pequeña aun como adulto, lo que puede significar que *C. aquilus* requiera aprovechar más las pocas presas a las que puede tener acceso dado el tamaño de ésta en su estado adulto y el hecho de que tenga que competir por el alimento con otros animales o serpientes más grandes, por otra parte también puede significar que *C. aquilus* destine más energía a otras actividades como el escapar o incluso el recorrer distancias para alimentarse, actividades en las que las otras dos serpientes no requieran tanto el aprovechamiento del alimento, por lo que *C. aquilus* se vuelve tan eficiente al momento de aprovechar las presas. Por otra parte puede deberse a la composición de su veneno el cual pudiera digerir mejor el pelo y el hueso aprovechando casi todo lo del alimento.

Los resultados de *C. molossus* y *C. scutulatus* son muy parecidas entre sí en su digestibilidad, además de que su tamaño y sus excretas eran muy similares, ambas son serpientes grandes y sus excretas se presentaban más heterogéneas con muchos residuos de pelo, no como en *C. aquilus* en donde solo se encontraba un poco de materia y sin ningún rastro de pelo, lo que nos muestra que estas dos especies son más parecidas entre sí en su forma de digerir el alimento, mientras que la otra especie, se encuentra por arriba de los resultados de digestibilidad.

Los resultados de la ganancia de peso en las tres especies nos muestran un claro aumento en el peso tanto en individuos como por especie, se observa que tanto los adultos como las crías y los jóvenes tienden a aumentar de peso, los jóvenes son los que aumentan más de peso en comparación de los adultos y las crías (Cuadro 10), los datos del peso por especie nos muestran que *C. molossus* presento el mayor incremento en peso de las tres especies con 117.89 g, *C. scutulatus* y *C. aquilus* por su parte presentaron un incremento en

peso muy similar aun cuando los tamaños de las especies son diferentes. Se ha encontrado que la ganancia de peso para iguanas por día es de 0.625 gr (Arcos-García *et al.*, 2005). Esto en condiciones de cautiverio y con dietas a base alimento de conejina y alfalfa, mientras que en las serpientes del experimento fueron alimentadas con dieta estrictamente carnívora, todo el tiempo se les alimento con ratones vivos y las mediciones de peso eran cada mes en lugar de una vez por día ya que los reptiles no tienden a ganar peso tan rápido como los mamíferos.

En este estudio no se encontró diferencia alguna entre los resultados del consumo como porcentaje del peso vivo, los consumos en peso vivo no son significativamente diferentes. *C. molossus* la más especies más grande mostro un consumo de 6.14 % *C. scutulatus* con 6.89 % y *C. aquilus* con un consumo de 7.35 %, parecería que *C. aquilus* es la que tiende a tener el mayor consumo sin embargo, el análisis estadístico (ANOVA) nos dice que los resultados no son significativos.

En este estudio predominó el mayor consumo de materia seca en *C. molossus*, tanto para especie como para los individuos siendo significativamente diferente. Los valores para materia seca fueron *C. molossus* con 13.56 g/día, *C. scutulatus* con 11.96 g/día y *C. aquilus* con 6.71 g/día.

Finalmente los datos de digestibilidad y peso junto con el análisis de correlación nos muestran que no existe ninguna relación entre la ganancia de peso y la digestibilidad ya que los coeficientes de correlación de la prueba de Pearson son, -0.062 para *Crotalus molossus*, de 0.058 para *Crotalus scutulatus* y de -0.119 para *Crotalus aquilus*.

Con los resultados de la prueba de Tukey se pudieron agrupar los parámetros medidos de una forma muy similar a la que se había obtenido por medio de las pruebas estadísticas.

Los resultados de este trabajo para las serpientes mantenidas en cautiverio durante un periodo de un año nos muestran que se logro tener un aumento en el peso considerable y una digestibilidad aparente de un 70% para las tres especies, qué al no tener otros datos de digestibilidad en estos reptiles se necesito comparar con otro grupo de animales y resulta una digestibilidad buena para carnívoros, aunque como ya se ha mencionado antes los carnívoros mamíferos no se comen todo el animal mientras que las serpientes si lo hacen, esto nos dice que es muy probable que se hayan cumplido los requerimientos de energía y nutricionales que se necesitan para estos animales en cautiverio que se muestran en el cuadro 21 y 22.

Especie	Temperatura (C°)	Tasa metabólica (Kcal/día)
Promedio	30	32 (PV ^{0.77})
Lagartos	30	28 (PV ^{0.83})
Lagartijas	37	48 (PV ^{0.82})
Serpientes	30	32 (PV ^{0.76})
Tortugas	30	32 (PV ^{0.86})

Cuadro 21. Requerimientos energéticos diarios de varias especies de reptiles (Ackerman, 2008).

Contenido dietético % Kcal EM			
	Carnívoro	Omnívoro	Herbívoro
Proteína	25-60	15-40	15-35
Grasa	30-60	5-40	<10
Carbohidratos	<10	20-75	55-75

Cuadro 22. Energía nutricional estimada para reptiles en cautiverio. EM = energía metabolizable (Ackerman, 2008).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en digestibilidad resultaron muy parecidos entre las tres especies de víboras de cascabel con un valor promedio de un 70%. Se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la digestibilidad anual por especie. *C. aquilus* tuvo los resultados más altos en los consumos de digestibilidad por individuo y por especie siendo estos significativamente diferentes, lo que nos dice que *C. aquilus* tiene una mejor capacidad digestiva.

Del mismo modo si se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el consumo en materia seca a lo largo de un año de las tres especies de víboras, *C. molossus* es la especie que tuvo el mayor consumo en materia seca.

El consumo en porcentaje de peso vivo no presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) los datos entre especies no varían mucho sin embargo, *C. aquilus* tiene un consumo en % de peso vivo mayor al de las otras dos especies más grandes lo que viene a reforzar el resultado de la digestibilidad en la que esta especie mostro que tiene una mejor capacidad para digerir su alimento.

Tal y como se esperaba los ejemplares jóvenes de las tres especies son los que ganaron más peso aunque se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la ganancia de peso por especie, *C. molossus* es la serpiente más grande y por lo tanto la que muestra más peso, tanto en los pesos iniciales como en los finales y por esto su ganancia de peso se muestra como mayor, sin embargo con el análisis de covarianza (ANCOVA) este efecto desaparece y se aprecia el incremento de peso por especie, mostrando que efectivamente *C. molossus* es la que incrementa más en peso que las otras dos especies aunque su valor en digestibilidad es el más bajo de las tres serpientes.

Contrario a lo que se esperaba y de manera general no se encontró relación alguna entre la digestibilidad y la ganancia de peso por los resultados obtenidos en los análisis de correlación entre estas dos variables.

Por lo tanto, las serpientes de cascabel de estas tres especies pueden ser alimentadas con solo ratones en cautiverio sin importar si son crías, juveniles o adultos, las tres especies mostraron valores de digestibilidad que se pueden considerar como buenos ya que no existe otro trabajo de digestibilidad en serpientes con el cual comparar los resultados obtenidos en este estudio.

Crotalus aquilus es la especie que tiene la mejor capacidad digestiva además de mostrar un mayor consumo de alimento en relación a su peso vivo lo que la pondría como la mejor especie para mantenimiento en cautiverio sin embargo, dado que el objetivo del trabajo es ofrecer una alternativa de crianza viable para la industria peletera, la especie *Crotalus molossus* es una mejor opción ya que, aunque no es la especie con la mejor capacidad digestiva si es la especie que tiende a ganar mayor peso de manera considerable en comparación de las otras dos, sin mencionar que es una especie de talla grande (115 cm) y se puede aprovechar mas de ella y en menos individuos, que en *Crotalus aquilus* que es una especie de talla pequeña (62 cm).

Por su parte *Crotalus scutulatus* parece ser que tiende más al estado de mantenimiento en que no pierde ni gana peso, esto considerando que su ganancia de peso fue muy similar a la de *C. aquilus* aunque *C. scutulatus* es una serpiente de talla grande.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, V. H.; V. H. Reynoso. y G. E. Pérez. 1998. **Análisis poblacional e implementación de criaderos con el fin de diseñar estrategias de conservación de la iguana negra *Ctenosaura pectinata* en una población sujeta a una alta incidencia de caza.** Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio. Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca Pátzcuaro (Michoacán) México. 27-30 pp.
2. Aguilar, R. 2003. **Anfibios y reptiles de la Sierra de Huautla, Morelos.** Impreso Júpiter Cuernavaca, Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 32p. México.
3. Ackerman, N. 2008. **Companion Animal Nutrition. A manual for veterinary nurses and technicians.** Sénior Medical Nurse. The veterinary hospital grove. Butterworth Heinemam Elsevier. Págs. 177-182.
4. Álvarez del Toro, M. 1982. **Los reptiles de Chiapas.** Colección de libros de Chiapas. Publicación del instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
5. Arcos-García, J. L., M. Cobos, D. Hernández, V. Reynoso, G. Mendoza, y B. Aguilar. 2007. **Digestibilidad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) alimentadas con dietas a base de diferentes componentes de insectos y vegetales.** Revista Científica. FCV-LUZ. 18(3):255-261. 2007.

6. Arcos-García, J. L. 2001. **Evaluación de dietas, crecimiento y sexado de iguana negra (*Ctenosura pectinata*) criadas en cautiverio.** Colegio de Posgraduados. Montecillo (Estado de México) México. Tesis de Doctorado 114 pp. 2001.
7. Arcos-García, J.L. C.S. Rasgado, V.H. Reynoso. 2002. **Consumo de alimento comercial en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) criadas bajo condiciones en cautiverio.** V Taller Nacional sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio. Subsecretaría de gestión para la protección ambiental. Dirección general de Vida Silvestre. Delegación federal de Tabasco, Mayo: Villa Hermosa (Tabasco) Mayo 15, 16,17. México. 15-17pp. 2002.
8. Arcos-García, J. L. V. Reynoso, G. Mendoza, F. Sánchez, L. Tarango y M. Crosby. 2005. **Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).** Revista Científica. FCV-LUZ. 15(4):338-344. 2005.
9. Baer, D. J., O. Oftedal, W. Rumpler y D. Ullrey. 1997. **Dietary Fiber Influences Nutrient Utilization, Growth and Dry Matter Intake of Green Iguana (*Iguana iguana*).** Nutrient Requirements and Interactions. American Society for Nutritional Science. 127:1502-1507. 1997.
10. Campbell, J. A. y W. W. Lamar. 1989. **The venomous reptiles of Latin América.** Cornell University Press. U.S.A. 425 p.
11. Casas-Andreu, G. 2000. **Mitos y realidades de los reptiles en México.** Ciencia Ergo Sum, Universidad Autónoma del Estado de México. Nov. Vol. 7 (3):286-291.

12. Casas-Andreu, G. y C. G. McCoy. 1987. **Anfibios y reptiles de México**. Ed. Limusa. 85 pp. México.
13. Church, D. C. y W. G. Pond. 1987. **Fundamentos de nutrición animal y alimentación de animales**. Editorial Limusa México. Págs. 295-299.
14. Cobos, P.M. H.L. Vélez, C. M. E. Ortega, G.J.M. Javelly. 1998. **Estimación de requerimientos nutritivos de la Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) a través de análisis químicos de los componentes de su ración en vida libre**. II congreso de Ciencia y Tecnología aplicada al estado de Morelos. Fundación Produce Morelos. AC. México (DF) Marzo 26-27. 53-1 a 54-1 pp. 1998.
15. Cobos, P.M.A.; J. L. Arcos; H.L. Vélez. 1999. **Fisiología digestiva de la iguana negra. Cuarto ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre**. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, AC, México 121-141 pp. 1999.
16. Crump, M. 2002. **Amphibians, reptiles, and their conservation**. Linnet Books, North Haven, Connecticut. U.S.A. Págs. 46-48.
17. Donoghue, S. 1994. **Growth of juvenile green iguana (*Iguana iguana*) fed four diets**. Nutrition Support Service, Inc. Penbroke. Págs. 2626S-2629S.
18. Ferrel, S.K. 1994. **Iguanas. Cuidados y crianza, variedades**. Editorial Hispano Europea, S.A. 95 pp. 1994.
19. Fontanillas, J. C. y Col. 2000. **Los reptiles biología, comportamiento y patología**. Ediciones Mundi Prensa, México. Págs. 27,38-42,84-87,111-112.

20. Freiberg, M. 1970. **El mundo de los ofidios**. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina Págs. 40-56.
21. Frye, F. L. 1996. **A Practical Guide for Feeding Captive Reptiles**, Kleger Publishing Company. Florida. 171 pp.
22. Gloyd, K. G. 1940. **The Rattlesnakes. Genera *Sistrurus* and *Crotalus*: a study in Zoogeography and Evolution**. The Chicago Academy of Sciences. Págs. 200-203.
23. Hackenburger, M. K. y J. L. Atkinson. 1983. **The apparent diet digestibility's of captive tigers (*Panthera tigris spp.*)** Lincoln Park Zoological Gardens Chicago. Págs. 70-83.
24. Halliday, T. y K. Adler. 2007. **La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles**. Ed. LIBSA. Alcobendas, Madrid. 240 p. España.
25. Hamilton, W. J. Jr. 1951. **The food and feeding behavior on the garter snakes in New York State**. *The American Mindland Naturalist*, 46(2):385-390.
26. Hutchinson, M. 2009. **Reptiles**. Insiders Weldon Owen Pt y Ltd. Sidney, Australia. 61 p. Australia.
27. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. **Principales resultados por localidad 2005**.
28. INEGI-INIDEG **Anuario estadístico del estado de Guanajuato**. 2001.
29. INIDEG. **Compendios Estadísticos Municipales**. Estado de Guanajuato. 2001.

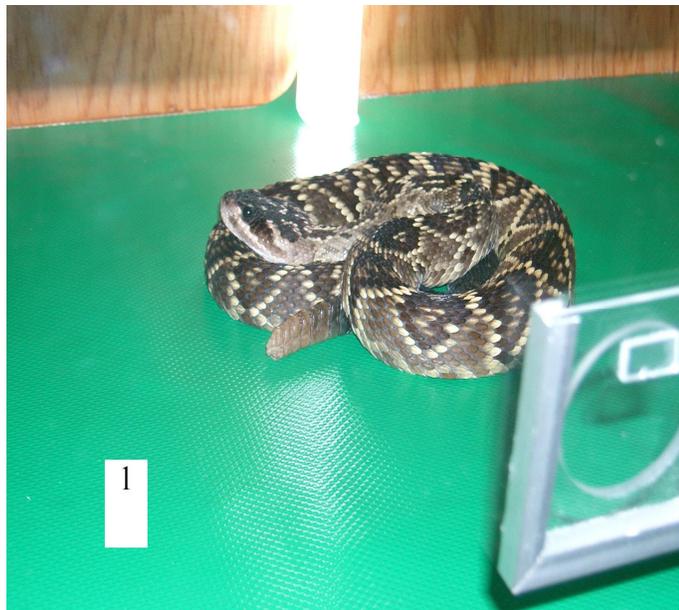
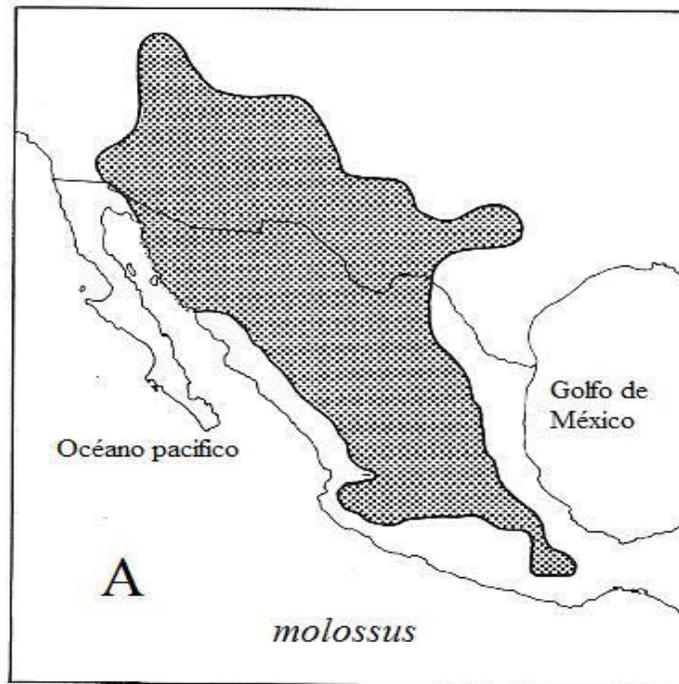
30. Jarchow, J. L. y R. S. Patton. 1993. **Aspectos prácticos de la nutrición de reptiles. Primer ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio.** Asociación de Especialistas en Nutrición Animal, A. C. México. D. F. Págs. 31-41
31. Klauber, L. M. 1972. **Rattlesnakes their habits, life histories and influence on mankind.** Second Edition. University of California Press.
32. Lemos, J. A. y H. Smith. 2007. **Anfibios y reptiles del estado de Coahuila México.** Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Págs. 184-193.
33. Mattison, C. 1990. **Snakes of the World.** New York. Oxford, England, Págs. 76-80.
34. Mattison, C. 1996. **Rattler! A natural history of rattlesnakes.** Cassell Imprint. United Kingdom London. 144 p.
35. Maynar, A. L., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1981. **Nutrición Animal.** Editorial Mc Graw-Hill. U.S.A.
36. Osuji, P. O. y I. Nsahlai y H. Khalili. 1993. **Feed evaluation.** ILCA Manual 5. ILCA (International Livestock Centre of Africa). Addis. Ababa, Ethiopia. 40 pp.
37. Pérez-Higareda, G. M. A. López y H. M. Smith. 2007. **Serpientes de la región de los Tuxtles, Veracruz, México. Guía de identificación ilustrada.** Instituto de Biología UNAM. México. D. F. 189 p.

38. Pérez, F. J. C. 1999. **Los reptiles biología comportamiento y patología**. Mundi prensa, México. Págs. 37-41.
39. Pond. W. G., Church. D.C. y Pond. K. R. 2004. **Fundamentos de nutrición y alimentación de animales**. Ed. Limusa Págs 585-594.
40. Porter, K. R. 1972. **Herpetology**. W. B. Saunders. Department of Biological Sciences, University of Denver. 524 p. U.S.A.
41. Pough, F. H.; Andrews R. M.; Cadle J. E.; Crum M. L.; Savitzky A. H. Y Wells K. W. 1998. **Herpetology**. Prentice Hall. New Jersey.
42. Rubio, M. 1998. **Rattlesnake's portrait of a predator**. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 239 p.
43. Rueda-Zozaya, R., G. Gonzales, G. Mendoza y V. Reynoso. 2005. **Digestibilidad y crecimiento en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) con dos tipos de alimento comercial VIII Reunión Nacional Sobre iguanas**. Lázaro Cárdenas (Michoacán) México. Págs 61-66.
44. Rueda-Zozaya, G. D. Mendoza, M.M. Crosby, G. González y V.H. Reynoso. 2010. **Effect of feed type and sex on digestibility and feed efficiency utilization in Black Spiny-Tailed Iguana (*Ctenosaura pectinata*)**. *Zoo Biology* 29:-1-6 (2010).
45. Russell, F. E. y F. G. Walter. 1997. **Snakes and snakebite in Central America**. *Toxicon* Volume 40:669-680.

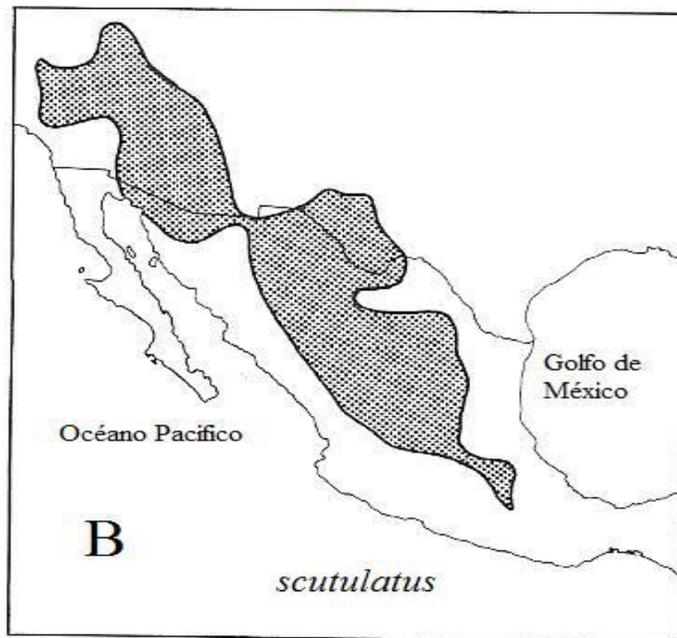
46. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección Ambiental-Especies Nativas de México, de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo 2010.
47. Shimada, M. A. 2003. **Nutrición Animal**. Editorial Trillas México Págs. 32-36.
48. **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS)** for windows release. Versión 6,12. Cary 1996.
49. Thorpe, R. S. W. Wuster y A. Malhorta. 1997. **Venomous Snakes Ecology, Evolution and Snakebite**. School of Biological Sciences University of Wales Bangor. The Zoological Society of London. Clarendon Press-Oxford. 276 pp.
50. Uribe, P. Z. y R. Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. **Anfibios y rreptiles de las Serranías Del Distrito Federal, México**. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Cuadernos. No.32. UNAM. México D.F. 119 pp.
51. Vázquez, D. J. y G. E. Quintero. 2005. **Anfibios y reptiles de Aguascalientes**, Segunda edición CONABIO, Aguascalientes. México. Págs. 248-253. México.
52. Woolrich, P. G. A. y L. Lopez y J. A. Lemos. 2005. **Anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlán Salinas México**. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 53 pp.
53. Zim, H.S. y H.M. Smith. 1994. **Reptiles y anfibios**. Trillas Guías del saber, México. 168 p. México.

54. Zug, R. G. y L. J. Vitt. 1993. **Herpetology and introductory biology of amphibians and reptiles**, Academic Press, United States of America. Págs. 249-273. U.S.A.
55. Zurita, Carmona. M. E., B. C. Aguilar, A. González, G. Mendoza y J. Arcos-García. 2008. **Composición de la dieta, consumo de proteínas y energía en iguana negra, *Ctenosaura pectinata* Wiegman, 1834, y densidad poblacional en Santos Reyes Nopala, Oaxaca**. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 24(3):1-8.

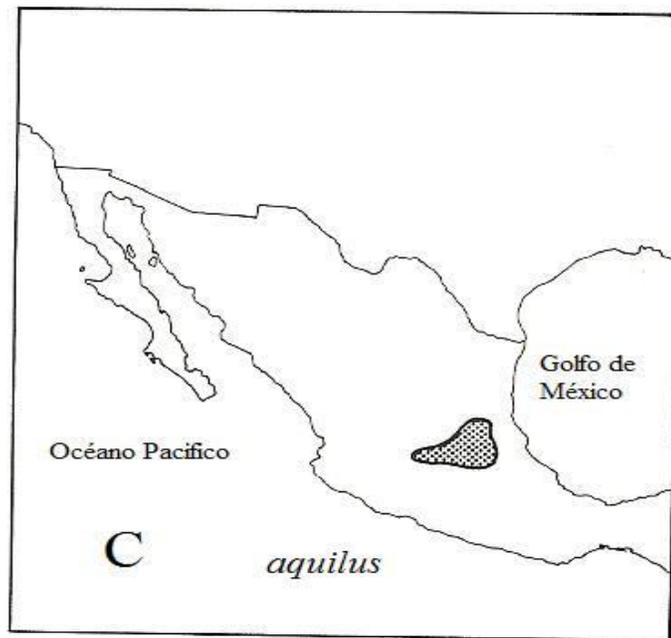
ANEXOS



Anexo I. A = distribución de *Crotalus molossus* (Cascabel serrana o de cola negra) en México. 1 = Ejemplar de *Crotalus molossus* utilizado en el trabajo de mantenimiento en cautiverio. Todos los ejemplares colectados de esta especie fueron liberados una vez concluido el trabajo.



Anexo II. B = Distribución de *Crotalus scutulatus* (Cascabel del desierto de Mojave) en México. 2 = Ejemplar de *Crotalus scutulatus* utilizado en el trabajo de mantenimiento en cautiverio. Todos los ejemplares colectados de esta especie fueron liberados una vez concluido el trabajo.



Anexo III. C = Distribución de *Crotalus aquilus* (Cascabel negra de Querétaro) en el México. 3 = Ejemplar de *Crotalus aquilus* utilizado en el trabajo de mantenimiento en cautiverio. Todos los ejemplares colectados de esta especie fueron liberados, una vez concluido el trabajo.