



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Crotalus triseriatus*
DE UNA POBLACIÓN DEL CENTRO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGO

P R E S E N T A:

Salomón Rubén Sanabria Tobón



DIRECTOR DE TESIS:

Dr. en Ciencias Hibraim Adán Pérez Mendoza

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA,
ESTADO DE MÉXICO, 2015**



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.

Agradecimientos

A la licenciatura de biología en la FES Iztacala de la UNAM por la formación recibida, los conocimientos adquiridos y las experiencias vividas.

A mis profesores de la facultad que me ayudaron a descubrir nuevos horizontes.

A mi tutor Hibraim Pérez por ser un excelente maestro, un gran ejemplo y un amigo.

A mi padre y mi madre por apoyarme siempre y alentarme a seguir mis sueños.

A mi hermana por siempre saber cómo sacarme una risa aún en mi hora más oscura.

A mis amigos y amigas que siempre me han apoyado y compartido experiencias a mi lado.

A todas las personas que me apoyaron, inspiraron o fueron un ejemplo a seguir en mi vida.

Y a ti, Yesenia, la luz en mi oscuridad, mi sueño y mi ilusión.

Resumen.....	1
Introducción	2
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Particulares	5
Hipótesis.....	6
Descripción del Área de Estudio.....	7
Descripción de la Especie de Estudio	10
Materiales y Métodos	13
Recolecta de Ejemplares	13
Trabajo de Bioterio.....	14
Datos Registrados.....	14
Resultados	16
Trabajo de Campo	16
Análisis Morfométrico.....	17
Análisis Reproductivo	21
Índice de Condición Corporal	23
Efecto Materno sobre la Camada.....	23
Efecto de la Camada sobre los neonatos	23
Proporción de sexos	24
Discusión	25
Análisis Morfométrico.....	25
Análisis Reproductivo	26
Índice de Condición Corporal	27
Efecto Materno sobre la camada	27
Efecto de la Camada sobre los neonatos	28
Proporción de sexos	28
Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Literatura Citada.....	31

Resumen

El género *Crotalus*, perteneciente a la familia Viperidae, se conforma por 37 especies, de las cuales 34 se distribuyen en México y 22 son endémicas; en muchas especies de *Crotalus* la información disponible es parcial, o incluso nula; y actualmente los crotalinos sufren decremento poblacional debido a la acción directa de la población humana, siendo apremiante el ampliar el conocimiento de la biología de las especies de este género antes de su desaparición de las zonas donde habitan.

En el presente trabajo se estudiaron aspectos relacionados con el esfuerzo reproductivo de una población de *Crotalus triseriatus* del Parque Nacional Cumbres del Ajusco; se registró una Longitud Hocico-Cloaca (LHC) promedio para los adultos de 357 ± 77.5 mm y de 145 ± 18.1 mm para los neonatos, un peso promedio de 64.22 ± 43.73 g en los adultos y 4.05 ± 0.9 g en los neonatos. Se presentó una relación positiva entre la LHC y el tamaño de la cabeza en los organismos, se obtuvieron cuatro camadas con un peso promedio de 5.25 ± 0.5 g, con una masa relativa de camada promedio de 0.30 ± 0.12 , hubo una correlación entre la LHC de la madre con el peso promedio de los neonatos y la masa total de camada. El peso de la madre tuvo correlación positiva con el tamaño de camada. La proporción de sexos no difirió de una relación 1:1.

Introducción

El estudio de los aspectos ecológicos de la herpetofauna de México ha recibido poca atención, por lo que aún hay aspectos que faltan por esclarecer acerca de la biología de gran número de especies. El mayor número de trabajos acerca de la herpetofauna del país han sido realizados por investigadores extranjeros que se han enfocado a conocer la identidad taxonómica de las especies y sus relaciones evolutivas. Sin embargo, desde la década de los 90's aumentó el interés de los investigadores mexicanos por las distintas áreas de la herpetología (Correa, 1995).

La clase Reptilia se caracteriza por tener el cuerpo recubierto de escamas, ser el primer grupo de amniotas que existieron y actualmente la mayoría presenta una locomoción reptante, lo que implica que sus escamas ventrales están en contacto casi permanente con el sustrato. El orden Squamata es el más numeroso entre los reptiles y se divide en tres subórdenes: Lacertilia (lagartijas), Amphisbaenia (culebrillas ciegas) y Serpentes (serpientes). Este último, es uno de los que más atrae y apasiona a muchas personas, debido a los distintos componentes mítico-religiosos que se les confiere en las distintas culturas humanas, además de que muchas especies son cazadoras sumamente ágiles y ciertos grupos; poseen, uno de los sistemas de inoculación de veneno más efectivos del reino animal (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014).

A pesar de ser muy conocidas en el folklor de muchas partes del mundo, las serpientes habían sido abandonadas de la investigación ecológica y de comportamiento por muchos años, comenzando hasta recientemente a atraer el interés de muchos investigadores (Shine & Bonnet, 2000). En México habitan 864 especies de reptiles, de los cuales 393 son serpientes (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014). Las serpientes en general, poseen un sistema quimiosensitivo muy desarrollado, denominado órgano vomeronasal, también conocido como órgano de Jacobson, el cual se utiliza en la búsqueda, localización e identificación de presas y/o de pareja (Golan *et al.*, 1982; Downes, 1999; Rivera, 2002). Presentan el cuerpo cubierto por escamas, órganos copuladores pares (hemipenes) en los machos; los párpados, el oído externo, el hueso yugal y el arco temporal están ausentes y no tienen la capacidad de regenerar la cola (Donoso-Barros, 1966; Dowling & Duellman, 1978).

En México la mayoría de las serpientes no poseen veneno de importancia médica para el humano, sólo alrededor de 60 especies pertenecientes a las familias Elapidae, serpientes de coral y coralillos (*Micrurus*, *Micruroides*) y serpientes marinas (*Hydrophis*) y Viperidae, víboras verdaderas, que incluye a las víboras de cascabel (*Crotalus*), nauyacac (*Bothrops*, *Bothropsis*, *Botriechis*, *Atropoides*) y cantiles (*Agkistrodon*); los cuales presentan un riesgo debido a la potencia de su

veneno (Ojeda - Morales, 2004). En México la familia Viperidae es la de mayor importancia desde el punto de vista médico, ya que causan el mayor número de envenenamientos ofídicos y los efectos ocasionados por el veneno son muy diversos, graves y generalmente dejan secuelas en la persona mordida (Charry, 2000). Los Vipéridos se caracterizan por poseer una cabeza triangular, la pupila vertical y cuatro fosetas (dos nasales y dos loreales); un aparato inoculador de veneno bastante desarrollado, con colmillos tubulares, grandes y móviles (solenoglifos) situados en la parte anterior del maxilar, con un canal interno conectado directamente a la glándula de veneno y en la terminación de este canal, cuentan con un orificio; por lo que al morder actúan como agujas hipodérmicas. Cuando la boca está cerrada, los colmillos están plegados contra la parte superior de ésta y al abrir la boca, son colocados en posición de ataque para inocular veneno. Las escamas dorsales son quilladas y la cabeza se diferencia claramente del cuello.

El género *Crotalus*, perteneciente a la familia Viperidae, se conforma por 37 especies, de las cuales 34 se distribuyen en México y 22 son endémicas (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004). La mayor diversidad de este género está en el norte del país en las cadenas montañosas de la Sierra Madre Occidental y el Altiplano Mexicano, habitando principalmente en bosques de pino-encino, pino, matorral xerófilo y bosque mesófilo de montaña; pudiendo encontrarse desde el nivel del mar hasta arriba de los 4000 msnm (Campbell & Lamar, 1989,2004).

En muchas especies de *Crotalus* el conocimiento de la historia natural es parcial, o incluso nulo; y actualmente los crotalinos son afectados por las poblaciones humanas, como la destrucción y fragmentación de sus ambientes y su eliminación directa, siendo estos los factores más importantes que inciden en una acelerada pérdida de diversidad local y regional de serpientes de cascabel (Campbell & Lamar, 2004); por lo que es apremiante el ampliar el conocimiento de la biología de las especies de este género antes de su desaparición de las zonas donde habitan.

En el presente trabajo se estudiaron diversos aspectos relacionados con el esfuerzo reproductivo de *Crotalus triseriatus*, una víbora de cascabel endémica de México.

Esta especie fue descrita en el trabajo de Armstrong & Murphy (1979), describiéndola como una especie común de la planicie central mexicana, habitando en bosques de pino y pastizales de mezquite; sin embargo dicha descripción se corresponde con lo que después se consideró como un complejo de especies y subespecies, lo que llevó a una revisión taxonómica, entre los cuales Campbell (1978), realizó la descripción de una nueva subespecie en el estado de Jalisco, denominándola *Crotalus triseriatus armstrongi*; Dorcas (1992), realiza una descripción de las relaciones de *C. triseriatus* con otras poblaciones de montaña de *C. lepidus*; Snider & Bowler

(1992), reportan una longevidad de 12 años en un macho de la subespecie *C. triseriatus aquilus* y Spírito-Alarcón (2006), reporta una longevidad promedio de 11 años, 2 meses y 17 días para 39 individuos de *C. triseriatus triseriatus*; Bryson Jr., *et al.* (2010), analizaron las relaciones genealógicas de las especies del grupo *C. triseriatus* mediante análisis filogenético para aclarar el papel de la formación de montañas del Neógeno tardío y la fragmentación de los bosques de pino-encino durante el Pleistoceno en la diversificación de taxones del altiplano mexicano y Ramírez-Bautista *et al.* (1995) reportaron el tamaño de camada de diversas especies de serpientes de las zonas montañosas del valle de México.

La gran mayoría de estas publicaciones no tratan a detalle la información biológica sobre *Crotalus triseriatus triseriatus*, como consecuencia la información es insuficiente. No existen trabajos publicados que traten su historia natural en detalle. Por esto es de vital importancia conocer los atributos de historia de vida de esta serpiente, tales como su reproducción y aspectos asociados como el esfuerzo reproductivo, tamaño de camada y proporción sexual, entre otros.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Calcular el esfuerzo reproductivo de las hembras preñadas de una población de *Crotalus triseriatus triseriatus* del Parque Nacional Cumbres del Ajusco, Distrito Federal.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Obtener medidas morfométricas de la cabeza y el cuerpo de adultos y neonatos.
- Estimar el tamaño promedio de camada.
- Medir la talla promedio y el peso al nacer.
- Evaluar la proporción de sexos.
- Estimar si hay algún grado de dimorfismo sexual en neonatos y organismos adultos.
- Evaluar si el tamaño o el peso de la madre tiene algún efecto en la condición corporal de los neonatos.

HIPÓTESIS

Crotalus triseriatus triseriatus presentará valores de esfuerzo reproductivo mayores en los organismos de mayor talla. Las distintas medidas morfométricas analizadas y los valores reproductivos serán similares a los de otras especies del género *Crotalus*, como *C. aquilus*, *C. enyo*, *C. intermedius*, *C. lannomi*, *C. lepidus*, *C. polystictus*, *C. ravus*, *C. transversus*, *C. wilardii*, que tienen un tamaño similar que ronda entre los 40 y 70 cm.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Cumbres del Ajusco se ubica en la delegación Tlalpan, al sur del Distrito Federal, en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, entre las coordenadas 19° 12' y 19° 12'50'' latitud Norte y 99° 14' 35'' y 99° 16'20'' longitud Oeste (Vargas, 1984; Vera & Rodríguez, 2007; Figura 4), se ubica a 1700 m por encima del nivel de la cuenca de México y a casi 4000 msnm; presenta altitudes de 3500-3930 m (Vargas, 1984; INEGI, 1988).

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, tiene un clima C (W2) (w) (b') ig, clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, semifrío subhúmedo con verano fresco largo, una temperatura media anual de 5° C - 12° C, con una temperatura en el mes más cálido de 22 °C y en el más frío de -3°C y una precipitación media anual de 200-1800 mm (INEGI, 2004).

La vegetación está compuesta principalmente por pastizal amacollado, bosques mixto de coníferas y latifoliadas, asociaciones de pino-encino y pino-oyamel; siendo las principales especies *Abies religiosa*, *Alnus firmifolia*, *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca amplissima*, *Festuca livida*, *Festuca hephaestophila*, *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridenta*, *Penstemon gentianoides*, *Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii* y *Quercus* sp. (Álvarez, 1989, Vargas, 2008; Figura 5).

Algunas especies características de fauna silvestre con respecto a aves: el gorrión zacatero (*Xenospiza baileyi*), el colibrí (*Amazilia berylina*), el halcón cernícalo (*Falco sparverius*), la codorniz arlequín (*Cyrtonyx montezumae*), el vencejo (*Streptoprocne semicollaris*); mamíferos como el conejo silvestre (*Sylvilagus* sp.), el lince (*Lynx rufus*), el zorrillo (*Mephitis macroura*), la ardilla (*Sciurus aureogaster*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Entre los anfibios se encuentra el ajolote (*Rhyacosiredon zempoalensis*) y en los reptiles diversas lagartijas (*Sceloporus anahuacus*, *S. spinosus*) y varias víboras de cascabel (*Crotalus transversus*, *C. triseriatus*, *C. ravus*). Así mismo se encuentran en la zona algunas especies endémicas o amenazadas como el ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) y el teporingo (*Romerolagus diazi*) (SEDUE, 1989).

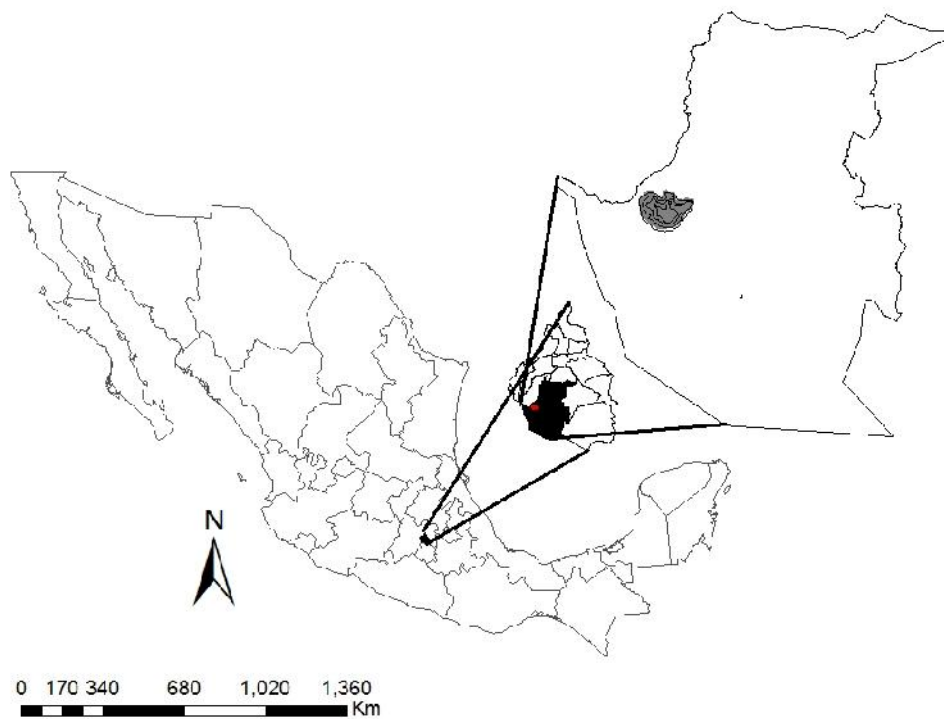


Figura 1. Localización geográfica del parque nacional Cumbres del Ajusco.



Figura 2. Vegetación característica del área de estudio.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE DE ESTUDIO

Crotalus triseriatus triseriatus (Wagler, 1830), es una especie endémica de México, se caracteriza por presentar una franja postocular y parches pareados en el cuello de color pardo oscuro. Presenta un patrón de manchas dorsales de forma semicircular, así como cuatro escamas en el área internasal-prefrontal, y el crótalo posee ocho escamas en su base (Manrique *et al.*, 2009; Figura 3).

En la talla adulta mide entre 400 y 600 mm, alcanzando un promedio máximo de 650 mm de LHC (Uribe-Peña *et al.* 1999), y hasta los 683 mm (Klauber, 1972; Campbell & Lamar 1989, 2004). Se reporta que las hembras son de menor tamaño que los machos (Campbell & Lamar 1989, 2004). La cabeza es de forma triangular, con una serie de escamas agrandadas en la parte dorsal y anterior de la misma. Las escamas de la región dorsal están fuertemente quilladas; presentan 125—154 escamas ventrales y 24-33 subcaudales en machos; y 137- 152 escamas ventrales y 19-28 en hembras. Generalmente hay entre 8 y 10 cascabeles en la base de la cola, sin embargo el número puede ser menor ya que estos pueden desprenderse accidentalmente o caerse. La coloración dorsal es altamente variable que van del gris oscuro al café con algunas tonalidades rojizas, con una serie de 30-57 manchas negras de forma redondeada, bordeadas de un color blanco. El vientre generalmente es de una tonalidad rosácea, que se intensifica posteriormente, con cantidades variadas de moteado pardo a negro, que se concentra hacia los márgenes laterales de las escamas ventrales. La cola es gris o negro distribuido a manera de 3-10 anillos con la parte más próxima al cascabel rojiza (Campbell & Lamar 1989, 2004; Figura 4).

Habita en ambientes templados de México, pudiendo encontrarse hasta en las partes altas del eje neovolcánico transversal, presentándose en un intervalo altitudinal que oscila entre los 2500 hasta los 4633 msnm (Swan, 1963; Campbell & Lamar 1989, 2004), lo que la convierte en la serpiente del nuevo mundo con el mayor rango altitudinal; aunque es más abundante entre los 2700 y 3350 msnm (Armstrong & Murphy, 1979). Sus principales hábitats incluyen bosques de coníferas, bosques de pino-encino, bosques mesófilos de montaña, pastizales y mezquiales, del Distrito Federal y los estados de Guerrero, Michoacán, México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz (Campbell & Lamar 1989, 2004; Ochoa-Ochoa *et al.*, 2006; Figura 5).

Su forma de paridad es vivípara, realiza la copula en la primavera, naciendo los neonatos de acuerdo a la literatura actual reportada en verano y a principios del otoño (Vega-López & Álvarez-Solórzano, 1992), con un tamaño de camada promedio de 3-10 neonatos, que miden en promedio 18 cm y pesan 5.4 g (Dirección del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, 2014), también se tiene registrado un tamaño de camada de 10.7 ± 3.4 neonatos (Ramírez-Bautista *et al.*, 1995); sin

embargo en este estudio los nacimientos comenzaron a partir del mes de Mayo hasta mediados del mes de Junio (primavera – verano) con un promedio de 5 neonatos por camada.

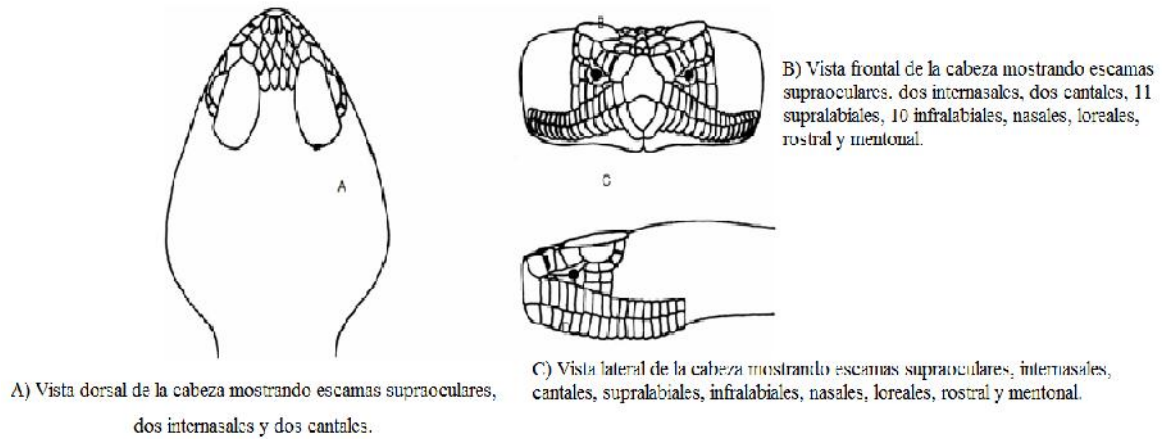


Figura 3. Escutelación de *Crotalus triseriatus*.



Figura 4. Individuo joven de *Crotalus triseriatus* en vida libre.

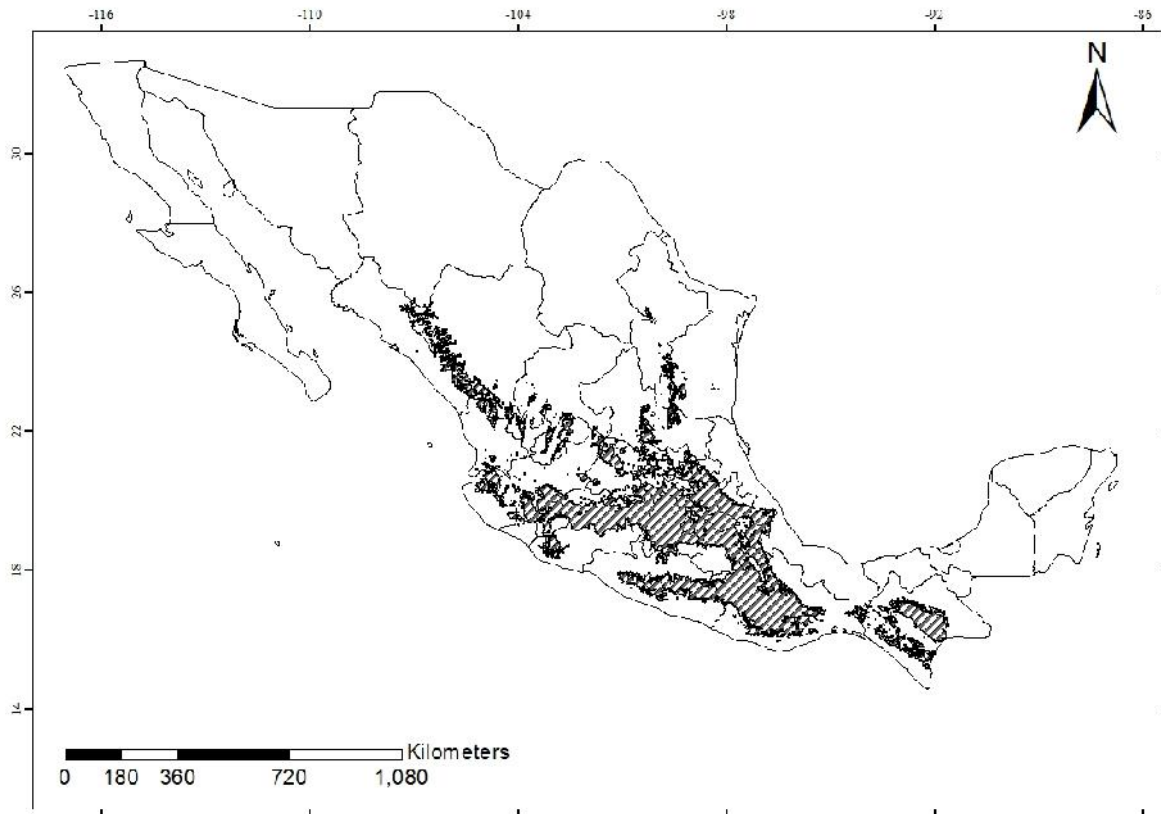


Figura 5. Áreas de Distribución Potencial de *Crotalus triseriatus*. Datos tomados de CONABIO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolecta de Ejemplares

Se realizaron salidas a campo semanales a partir del 7 de Febrero de 2014, con un total de 15 salidas; cada salida se realizó a la altura del km 25 de la carretera Picacho-Ajusco, entre las coordenadas 19 °21' latitud norte y 99°30' longitud oeste, en la delegación Tlalpan, Distrito Federal (Figura 6). Los recorridos se efectuaron de las 9:00 a las 16:00 horas, por ser los horarios más propicios para encontrar el mayor número de organismos, buscando en los senderos, caminos, cuerpos de agua y zonas boscosas, poniendo especial énfasis en los microhábitats en los que se encuentran las serpientes de cascabel (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

Las serpientes se capturaron manualmente con la ayuda de ganchos herpetológicos y tubos de plástico (Bennett, 1999), se registró la fecha, hora, microhábitat, longitud hocico-cloaca (mm), longitud caudal, peso (g) y sexo de los ejemplares (HACC, 2004; Bennett, 1999). La condición reproductiva de las hembras se evaluó por palpación para determinar la presencia de folículos en crecimiento o embriones (Seigel, *et al.*, 1986; Farr & Gregory, 1991).

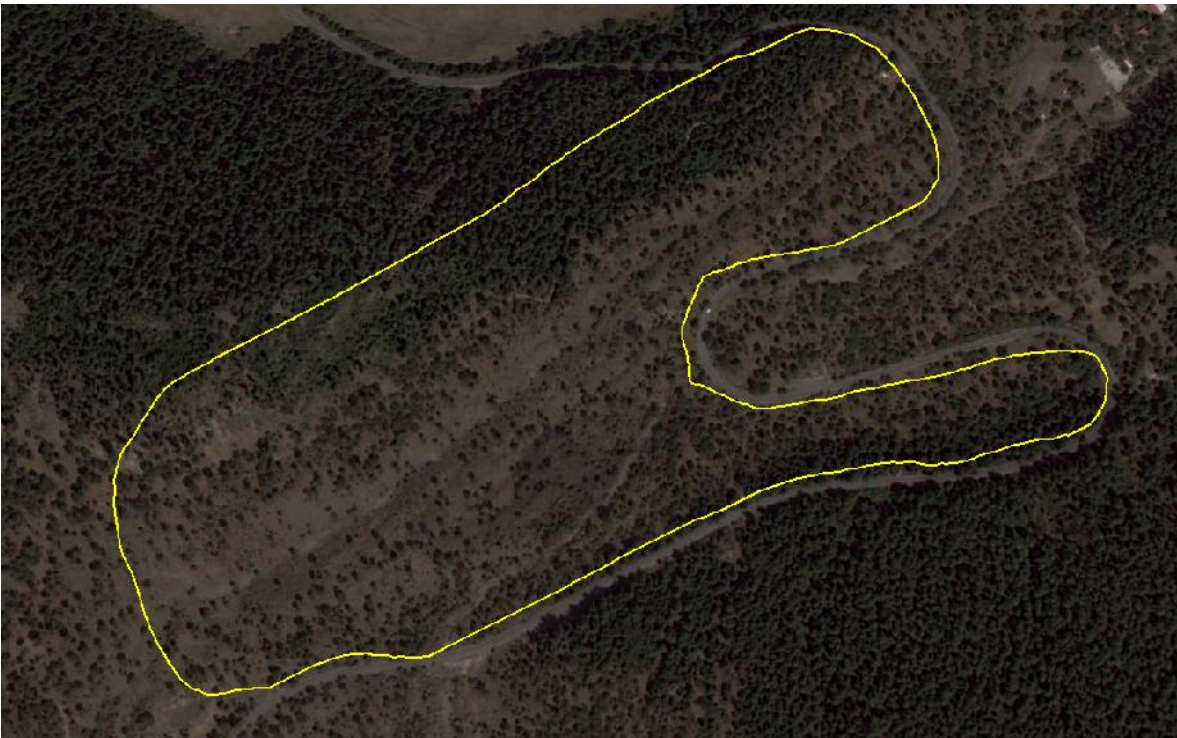


Figura 6. Imagen satelital del área de estudio. Superficie aproximada 374500 m²

Trabajo de Bioterio

Las hembras grávidas se recolectaron y trasladaron al laboratorio, donde se mantuvieron en encierros de plástico de 35 x 20 x 15 cm, con papel periódico como sustrato y agua *ad libitum*, debido a que las hembras preñadas de *C. triseriatus* no aceptaron alimento debido a que presentan anorexia durante la gestación. Se les proporcionó alimento, hasta 24 horas posteriores al alumbramiento (Murphy, 1978). Al resto de los organismos se les alimentó con ejemplares de *Sceloporus grammicus* obtenidos en el sitio de estudio o de ratón blanco de laboratorio *Mus musculus* de acuerdo a la talla del ejemplar.

Dentro de las 24 horas posteriores al parto se midió la LHC, el peso de las hembras y la descendencia. Se determinó el sexo de los neonatos mediante la eversión manual de los hemipenes en machos (HACC, 2004, Bennett, 1999).

Datos Registrados

Tras su relocalización en cautiverio se registraron las medidas morfométricas típicas como son LHC, LC, se contó el número de escamas postcloacales y se midió la longitud, ancho y alto de las cabezas tanto de machos como de hembras.

Tras el alumbramiento se registró la LHC de los neonatos, la masa total de camada (MTC), el tamaño total de camada (TTC), el sexo de los neonatos y la masa postparto de la hembra (MPH); la MTC se consideró como la masa de los neonatos vivos, muertos y los no desarrollados, también el TTC se consideró como la suma de los neonatos vivos, muertos y no desarrollados. Este método se utilizó ya que relaciona mejor las camadas cautivas con los estimados por palpación y proporciona la menor variación en la estimación del tamaño de camada (Farr and Gregory, 1991; Gregory *et al.*, 1992; Lourdais, *et al.*, 2002; Taylor & DeNardo, 2005).

La masa relativa de camada (MRC) se calculó dividiendo la MTC entre la masa postparto de la hembra (Shine, 1980; Taylor & DeNardo, 2005). Se determinó la media, desviación estándar, coeficiente de variación, y rango de la LHC y peso de los sexos para cada camada.

Con los datos de LHC y peso se calculó el índice de condición corporal (ICC) de las hembras, mediante los valores residuales de la regresión de la masa corporal (log) contra la longitud corporal (log), ya que este valor ofrece un indicador del grado de emaciación de la hembra (Jayne & Bennet, 1990; Bonnet *et al.*, 2000).

Para evaluar si el tamaño o el peso de la hembra tiene algún efecto en su camada se realizó una regresión lineal entre la LHC, la MPH, la masa de total de camada, tamaño de camada, LHC y peso promedio. Se comparó la LHC y la masa de ambos sexos de cada camada mediante un análisis de ANCOVA usando la familia como covariante. Finalmente la proporción de sexos se estimó con un análisis de χ^2 (Taylor & DeNardo, 2005).

Los registros se realizaron con el uso de una bitácora, hojas de cálculo de Excel y los análisis se realizaron con el programa R versión 3.0.2.

Resultados

- **Trabajo de Campo**

Se realizaron salidas a campo del 7 de Febrero de 2014 al 20 de Junio de 2014, cada dos semanas, cinco personas participaron durante los muestreos. Cada muestreo se realizó de las 9:00 a las 16:00 horas, siendo en total de 84 horas de esfuerzo de muestreo por hombre. Se recolectaron 13 organismos adultos, nueve hembras y cuatro machos. Tres de las hembras capturadas se encontraban preñadas al momento de su captura y una hembra se encontró junto a sus crías (N=5) de pocos días de nacidas. Todos los organismos encontrados en campo fueron trasladados a cautiverio donde fueron medidos y pesados, y mantenidos en encierros plásticos hasta el nacimiento de sus camadas. Una vez obtenidos las medidas, tamaño de camada y heces los organismos fueron trasladados y liberados en el sitio de captura.

- **Análisis Morfométrico**

- **Adultos**

Se recolectaron 13 organismos adultos ($LHC > 200$ mm), la LHC promedio fue de 357 ± 77.5 mm. La LHC máxima fue de 487 mm y la menor fue de 230 mm. Nueve fueron hembras (cuatro se encontraban preñadas) y cuatro resultaron machos (Figura 6).

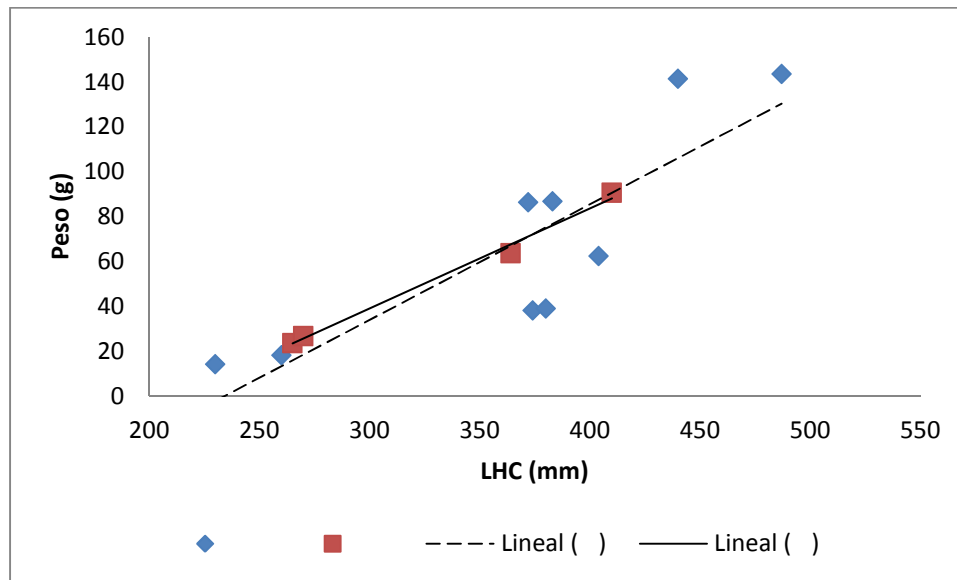


Figura 6. Longitud corporal de los organismos adultos en función de su peso. LHC= longitud hocico-cloaca.

El peso promedio de los adultos fue de 64.22 ± 43.73 g; el peso máximo fue de 143.6 g y el mínimo fue de 14.2 g. Este valor estuvo fuertemente relacionado con la LHC ($R^2= 0.77$; $p= 7.79 \times 10^{-5}$; $GL= 11$); siendo los organismos más largos los que presentaron el mayor peso (Figura 6).

Las medidas morfométricas promedio de la cabeza fueron 13.45 ± 2.15 mm de ancho, 23.04 ± 3.51 mm de largo y 7.82 ± 1.36 mm de altura. La LHC mostró una ligera relación positiva con los valores de la longitud ($R^2= 0.82$; $p= 1.706 \times 10^{-5}$; $GL= 11$), ancho ($R^2= 0.78$; $p= 5.49 \times 10^{-5}$; $GL= 11$), y altura de la cabeza ($R^2= 0.51$; $p= 0.005$; $GL= 11$), sin embargo no fue significativa (Figura 7).

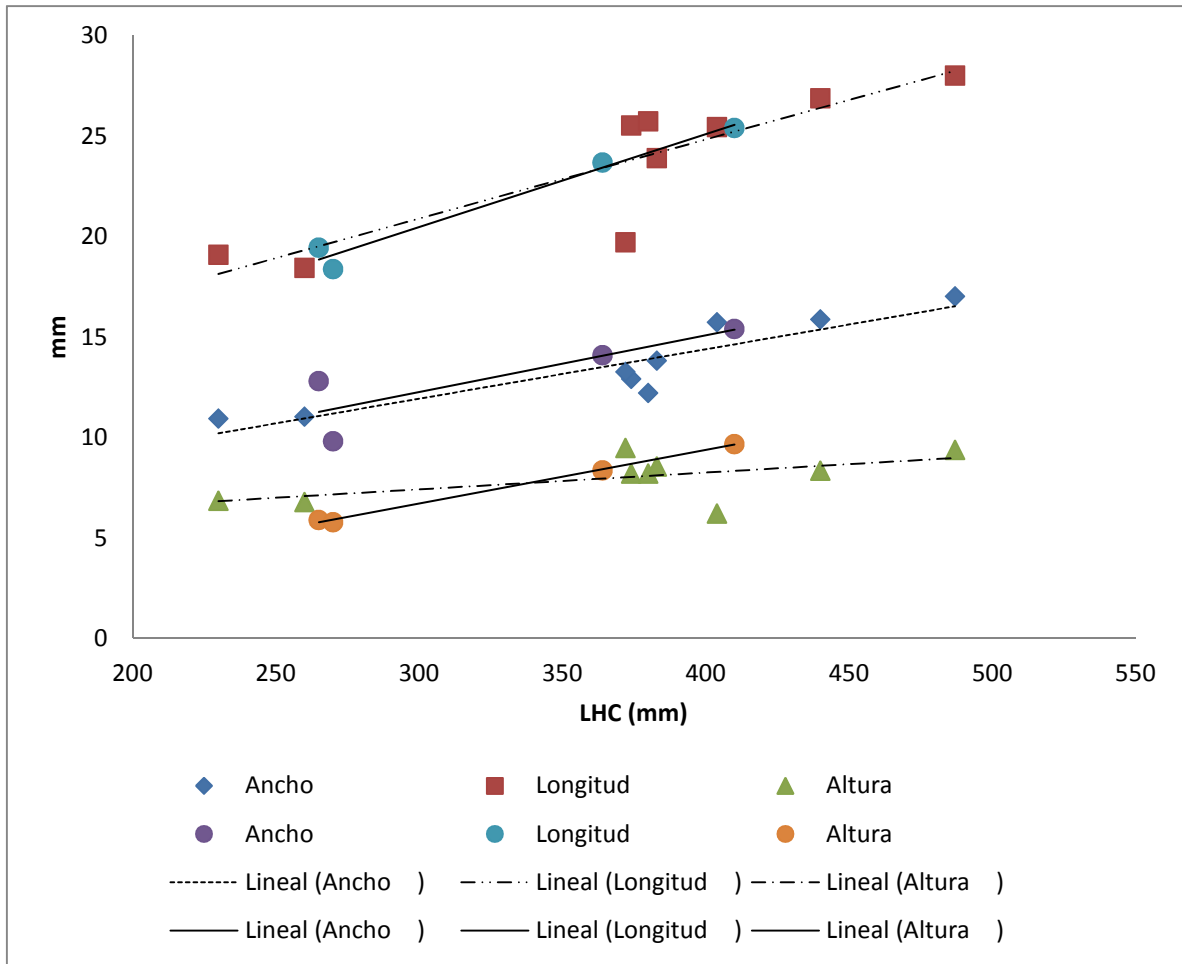


Figura 7. Medidas morfométricas de la cabeza de los organismos adultos.

En organismos machos el promedio de escamas postcloacales fue de 29 y 27.11 para organismos hembras, sólo una hembra presento un número de escamas mayor a 28, en los machos el número mínimo de escamas fue de 28 (Tabla 1).

Tabla 1. Número de escamas postcloacales en los organismos adultos recolectados.

Sexo														Promedio	
Escamas	25	26	30	23	34	30	30	28	24	26	28	28	28	29	27.11

○ **Neonatos**

De las cuatro hembras preñadas, nacieron un total de 21 neonatos, en condiciones de cautiverio.

Los valores registrados fueron: LHC \bar{X} = 145 ± 18.1 mm; LHC máx = 175 mm y LHC min = 115 mm (Figura 8).

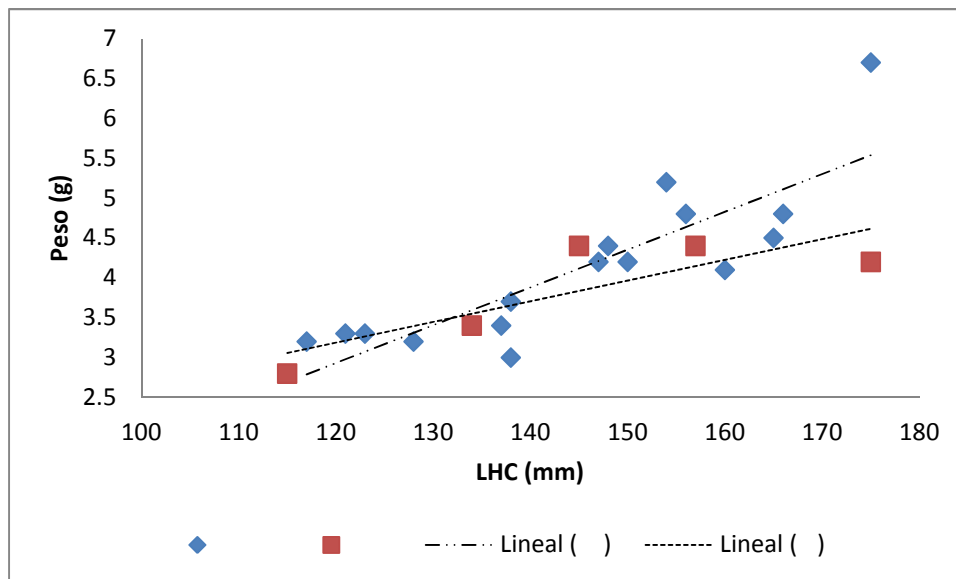


Figura 8. Longitud corporal de los neonatos en función de su peso. LHC= longitud hocico-cloaca.

El peso \bar{X} = 4.05 ± 0.9 g; peso máx = 6.7 g y el peso mín = 2.8 g. De igual manera que en los adultos la LHC y el peso muestran una fuerte relación ($R^2 = 0.66$; $p = 6.745 \times 10^{-6}$; $GL = 19$) (Figura 8).

Las medidas morfométricas promedio de la cabeza fueron 7.32 ± 0.67 mm de ancho, 12.71 ± 0.79 mm de largo y 4.58 ± 0.3 mm de altura. A diferencia de los adultos la LHC no mostró relación positiva con los valores de la longitud ($R^2 = 0.02$; $p = 0.04576$; $GL = 19$), ancho ($R^2 = 0.23$; $p = 0.02726$; $GL = 19$), y altura de la cabeza ($R^2 = 0.14$; $p = 0.08828$; $GL = 19$) (Figura 9).

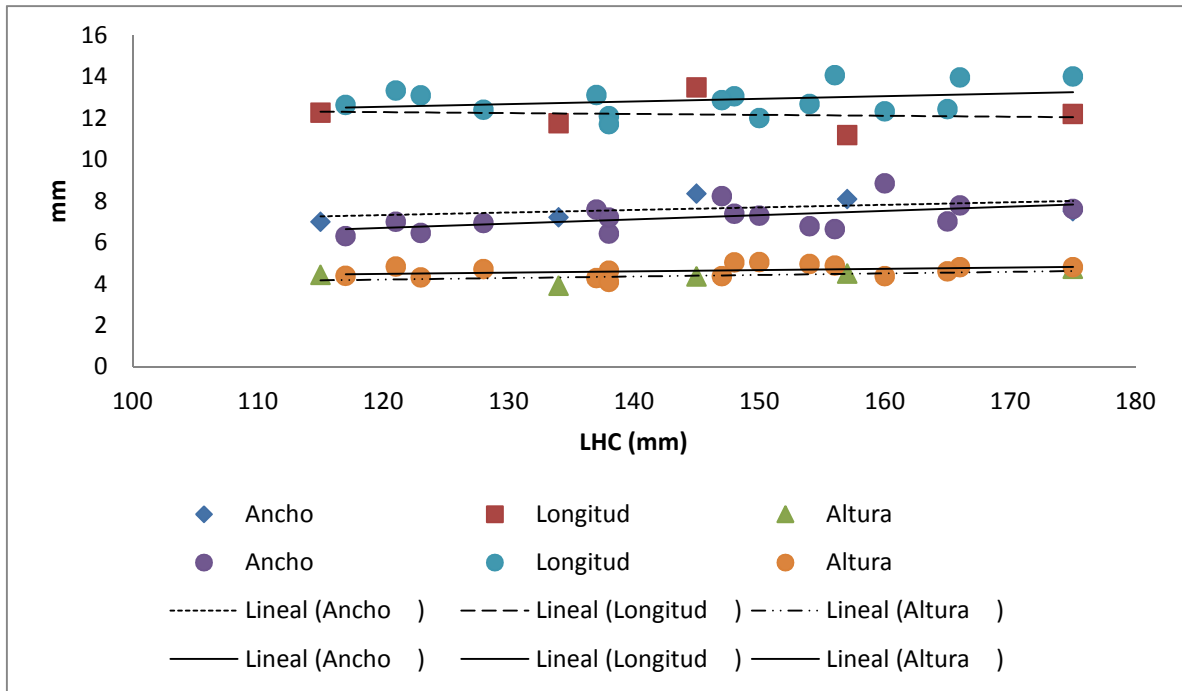


Figura 9. Medidas morfométricas de la cabeza de los neonatos.

En neonatos machos el promedio de escamas postcloacales fue de 29.81 y 28.8 para organismos hembras, sólo una hembra presentó un número de escamas mayor a 28, en los machos el número mínimo de escamas fue de 21 y el máximo de 38, mostrando una mayor variabilidad que en los organismos adultos (Tabla 2).

Tabla 2. Número de escamas postcloacales de los neonatos nacidos en cautiverio.

Sexo																			Promedio				
Escamas	28	30	30	28	32	21	24	29	25	26	34	34	38	40	28	26	28	30	30	28	32	29.81	28.8

- **Análisis Reproductivo**

De las nueve hembras recolectadas, tres se encontraban grávidas al momento de su captura y una se encontró junto a su camada el 16 de mayo de 2014, las otras tres camadas nacieron en condiciones de cautiverio los días 26 de mayo, 5 y 13 de junio de 2014.

La masa total promedio de las camadas fue de 21.3 ± 0.9 g (N=4), pesando la camada de mayor masa 25.5 ± 0.12 g y la de menor masa 15.8 ± 0.2 g. La masa posparto promedio de las madres fue de 82.72 ± 45.19 g (N=4). La hembra de mayor peso presentó 143.6 g y la de menor peso tuvo 38.1 g. La masa relativa de camada promedio fue de 0.30 ± 0.12 . El valor de la madre con mayor masa relativa de camada fue 0.41 y la de menor fue 0.14. El tamaño total de camada promedio fue de 6.5 ± 3 neonatos y el tamaño vivo de camada total fue de 5.25 ± 0.5 neonatos (N= 21 neonatos). Tres de las hembras tuvieron cinco neonatos vivos, sin ningún neonato u óvulo no desarrollado, y sólo una hembra tuvo seis neonatos vivos y cinco neonatos que no llegaron a terminarse de desarrollar. La LHC promedio de todas las camadas (N=4) fue de 144.66 ± 16.96 mm y la masa promedio fue de 4.04 ± 0.66 g. La camada con mayor LHC midió 155.66 mm ± 11.09 mm y la de menor LHC 120.8 ± 5.11 mm. Los neonatos de mayor peso, pesaron en promedio 4.74 ± 0.31 g y los de menor peso 3.16 ± 0.2 g en promedio (Tablas 3 y 4).

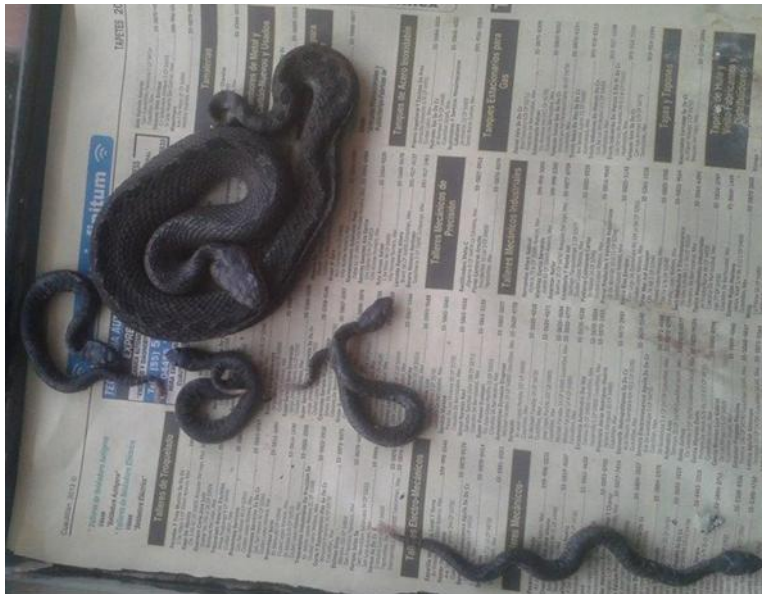


Figura 12. *Crotalus triseriatus* con sus neonatos.

Tabla 3. Medidas reproductivas promedio (\pm Desviación Estándar) de *Crotalus triseriatus* (N= 4 camadas).

Características	Definición	Total
Masa total de camada	Masa (g) de todos los neonatos vivos y no desarrollados.	21.3 \pm 0.9
Masa posparto de la madre	Masa (g) de las hembras posterior al parto.	82.725 \pm 45.19
Masa relativa de camada	Masa total de camada dividida entre la masa posparto de la hembra.	0.30 \pm 0.12
Tamaño total de camada	Número de neonatos y óvulos no desarrollados.	6.5 \pm 3
Tamaño vivo de camada	Número de neonatos.	5.25 \pm 0.5
LHC promedio de los neonatos	Gran promedio del promedio de la LHC (mm) en cada camada.	144.66 \pm 16.96
Masa promedio de los neonatos	Gran promedio del promedio de masa (g) en cada camada.	4.04 \pm 0.66

Tabla 4. Medidas reproductivas (\pm Desviación Estándar) de cada camada de *Crotalus triseriatus*.

Características	Camada de la hembra 1	Camada de la hembra 4	Camada de la hembra 7	Camada de la hembra 10
Masa total de camada (g)	15.8 \pm 0.2	23.7 \pm 0.31	20.2 \pm 1.5	25.5 \pm 0.12
Masa posparto de la madre (g)	38.1	62.4	143.6	86.8
Masa relativa de camada	0.41	0.37	0.14	0.29
Tamaño total de camada	5	5	5	11
Tamaño vivo de camada	5	5	5	6
LHC promedio de los neonatos (mm)	120.8 \pm 5.11	157.8 \pm 7.62	144.4 \pm 17.18	155.66 \pm 11.09
Masa promedio de los neonatos (g)	3.16 \pm 0.2	4.74 \pm 0.31	4.04 \pm 1.5	4.25 \pm 0.12

- **Índice de Condición Corporal**

Los resultados obtenidos mediante los valores residuales de la regresión de la masa corporal (log) contra la longitud corporal (log), mostraron que los organismos con un grado mayor emaciación fueron tres de las cuatro hembras que se encontraban grávidas y otras dos hembras que no mostraban signos de haber dado a luz durante el período de estudio. Lo consiguiente es indicio del gran gasto energético para las hembras durante la gestación y también puede ser indicativo de que hay una gran estocasticidad de los recursos alimenticios por lo que no todos los organismos pueden tener una buena condición corporal (Tabla 5).

Tabla 5. Logaritmo del peso esperado contra logaritmo del residuo obtenido.

Esperado	1.7836	1.2684	1.3392	1.88	2.0073	1.411	2.1723	1.7935	1.7935	1.8034	1.7968	1.9347	1.1415
Residuo	-0.203	-0.008	0.0337	-0.085	0.1431	0.0172	-0.015	0.0106	-0.202	0.1351	0.1397	0.0229	0.0108

- **Efecto Materno sobre la Camada**

La LHC de la madre no mostró correlación con la LHC de los neonatos ($R^2= 0.031$; $P= 0.823$; $GL= 2$), la masa postparto ($R^2= 0.813$; $P= 0.097$; $GL= 2$), el tamaño de camada ($R^2= 0.14$; $P= 0.625$; $GL= 2$), el peso promedio de los neonatos ($R^2= 0.045$; $P= 0.787$; $GL= 2$) ni la masa total de camada ($R^2= 0.0004$; $P= 0.978$; $GL= 2$).

El peso postparto de la hembra no muestra correlación con la LHC de los neonatos ($R^2= 0.129$; $P= 0.64$; $GL= 2$), la LHC de la madre ($R^2= 0.813$; $P= 0.72$; $GL= 2$), el peso promedio de los neonatos ($R^2= 0.083$; $P= 0.71$; $GL= 2$), la masa total de camada ($R^2= 0.064$; $P= 0.746$; $GL= 2$) ni con el tamaño de camada ($R^2= 0.003$; $P= 0.939$; $GL= 2$).

- **Efecto de la Camada sobre los neonatos**

El ANCOVA realizado mostró significancia ($P<0.05$) en los valores individuales de interacción entre familias, pero no así el sexo ni el conjunto total de valores ($F^2= 0.8383$; $p= 1.794 \times 10^{-5}$; $GL=5$ y 15), por lo que no se puede concluir que exista un claro efecto de la familia sobre los valores individuales de la camada.

- **Proporción de Sexos**

- Adultos

Se recolectó un número mayor de hembras (N= 9) que de machos (N= 4), con una proporción de un macho por cada 2.25 hembras, pero aunque la proporción y el porcentaje de machos (30.76 %) fue menor al de las hembras (69.23 %), la prueba de χ^2 no mostró diferencias de una proporción 1:1 ($\chi^2 = 0.2885$; $p = 0.5912$; $GL = 1$).

- Neonatos

El número y porcentaje de machos nacidos (N= 16, 76.19%) fue mucho mayor al de las hembras (N= 5, 23.8%), con una proporción de un macho por cada 0.31 hembras, sin embargo los resultados no difieren de una proporción 1:1 ($\chi^2 = 0.6496$; $p = 0.4202$; $GL = 1$).

Discusión

- **Análisis Morfométrico**

- **Adultos**

Los especímenes encontrados en la zona de estudio presentaron una LHC promedio mucho menor al máximo reportado de 683 mm de longitud (Klauber, 1972; Campbell & Lamar; 1989, 2004), pero dentro del intervalo reportado para organismos adultos (400 – 600 mm) (Campbell & Lamar 1989, 2004). Los tres organismos con una longitud menor a los 400 mm se consideraron por lo tanto jóvenes. El individuo de talla mayor fue una hembra de 547 mm de longitud total, una longitud mayor al promedio reportado para las hembras de esta especie (Dirección del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, 2014; Uribe-Peña *et al.* 1999).

El peso promedio fue de 64.22 ± 43.73 g, este dato no se contempla en las publicaciones científicas por lo que no hay forma de compararlo con otras investigaciones. Se encontró que está fuertemente relacionado con la longitud de los organismos ($R^2 = 0.77$; $GL = 7$), presentando los organismos de mayor tamaño un mayor peso.

El número de escamas postcloacales que presentó cada sexo corresponde con lo reportado anteriormente en la literatura (excepto en el caso de una hembra que presentó 30 escamas post-cloacales) las hembras entre 19 y 28 escamas y los machos entre 24 y 33 escamas post-cloacales (Campbell & Lamar, 2004; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009), esto resulta de utilidad ya que confirma que es posible sexar con cierta exactitud a esta especie por el número de escamas postcloacales, para posteriormente confirmarlo con el método de sexado tradicional.

Las medidas morfométricas de la cabeza tienen una relación positiva con la longitud ($R^2 > 0.5$), estas medidas se relacionan y limitan el tamaño de las presas normalmente consumidas por las serpientes (Meik, *et al.*, 2012), que normalmente son lagartijas del género *Sceloporus* y pequeños invertebrados. Las cabezas pequeñas como la de *Crotalus triseriatus* ayudan a cazar lagartijas en espacios pequeños como grietas entre rocas (Lowe, *et al.*, 1986) lo cual le resulta ventajoso debido al hábitat y los microhábitats encontrados en la zona de estudio. El tamaño corporal y las medidas de la cabeza pueden ser indicadores de algún grado de dimorfismo sexual e incluso se consideran evidencia sobre posibles diferencias en la dieta entre los sexos (Shine 1989, 1991; Cox *et al.*, 2007). Sin embargo, debido a que el número de machos encontrados fue pequeño ($N=4$) y dichos organismos fueron jóvenes ($LT < 400$ mm), no se realizó una evaluación del grado de dimorfismo sexual entre los organismos adultos.

- **Neonatos**

El intervalo de variación de la longitud total de los neonatos, LHC y peso observados en cautiverio similar al reportado por Armstrong y Murphy en 1979, para la camada de una hembra recolectada en la zona de la Laguna de Zempoala, Morelos (LT: 159 - 178 mm, \bar{X} =168 mm; LHC: 141 - 161 mm, \bar{X} = 150 mm; 4.8 - 5.1 g, \bar{X} = 4.9 g). Las diferencias entre las características de las camadas del Ajusco y las Lagunas de Zempoala pueden ser atribuidas a diferentes factores, como el tamaño de la hembra, disponibilidad del alimento y factores ambientales (King, 1993; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Sin embargo, dado que no se tienen registrados más datos de camadas para esta especie en esa zona o de otros sitios, no es posible evaluar las posibles diferencias entre poblaciones.

- **Análisis Reproductivo**

El promedio de neonatos producido por la camada (N= 4) fue de 5.25 individuos, lo cual coincide con lo reportado para *Crotalus atrox* (\bar{X} = 4.25; Taylor & DeNardo, 2005), *Crotalus transversus* (4 neonatos; Camarillo-Rangel & Campbell, 2002) y para una población de *Crotalus triseriatus* del Nevado de Colima, Jalisco (\bar{X} = 5; Armstrong & Murphy, 1979), y en el rango de neonatos reportados para esta especie (3- 10 neonatos; Dirección del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, 2014).

La masa relativa de camada fue relativamente alta, similar a los valores reportados para *Crotalus atrox* (\bar{X} = 0.34, rango= 0.13 - 0.61) (Taylor & DeNardo, 2005), esta característica es variable, y está relacionada a diferentes factores ecológicos (Vitt & Congdon, 1978; Seigel & Ford, 1987), anatómicos, fisiológicos y filogenéticos (Vitt & Price, 1982), dichas variaciones se deben a que el mantenimiento de los embriones genera una sustancial pérdida de masa y constituye un importante componente del gasto energético y es dependiente de la cantidad y peso de las presas con la que se alimentó la madre en temporadas pasadas (Lourdais *et al.*, 2002).

El tamaño de camada de esta población además de estar limitada por la gran estocasticidad de recursos de la zona, puede estar fuertemente limitado por el volumen abdominal (Shine, 1988) ya que esta especie es de un tamaño relativamente pequeño en comparación con otras especies.

La observación de embriones que no llegaron a término puede estar relacionada con la “senescencia reproductiva” reportada en otras especies (Lourdais *et al.*, 2002; Sparkman *et al.*, 2006.) donde serpientes de mayor edad tienden a tener más neonatos muertos, aunque la masa de los que llegan a término es mayor, sin embargo se debe también considerar que la madre pudo haber “decidido”

terminar antes la gestación debido al estrés de la captura, por lo que esos neonatos no llegaron a término (Kardon A., comentario personal).

- **Índice de Condición Corporal**

La condición corporal postparto ofrece un indicador del grado de emaciación de la hembra (Bonnet *et al.*, 2000), una hembra con una condición corporal baja tardará más tiempo en alcanzar la condición corporal límite para poder reproducirse de nuevo o si vuelve a reproducirse sin haber recuperado las reservas energéticas necesarias la fecundidad se verá afectada en forma negativa (Naulleau & Bonnet, 1996; Bonnet *et al.*, 2001).

Los datos de esta población muestran que los machos que tienen un menor gasto energético durante la reproducción presentan una condición corporal favorable, así como la mayoría de las hembras que no se encontraban gestando. Las hembras no gestantes con baja condición corporal pueden adjudicarse a un bajo éxito en la captura de presas debido a su misma condición corporal (Shine & Madsen, 1997) o a la abundancia espacio temporal variable de presas (Glissmeyer, 1951; Diller & Wallace, 1984; Seigel & Ford, 1987).

Las hembras grávidas por otra parte deben su baja condición corporal a los altos costos energéticos que significa el mantenimiento de un embrión (Lourdais *et al.*, 2002), y que de manera similar a otras serpientes las hembras grávidas dejan de alimentarse hasta pasado el nacimiento de los neonatos debido a la reducción de agilidad y el gasto que representa el peso extra de los embriones en desarrollo (Madsen & Shine, 1993; Gregory *et al.*, 1999; Lourdais *et al.*, 2002). Lo cual se ha asociado a una estrategia evolutiva para evitar que el volumen de presas en la cavidad estomacal dañe a los organismos y que el peso extra de las presas disminuya la movilidad de los organismos haciéndolos más susceptibles a la depredación (Seigel & Ford 1987).

- **Efecto Materno sobre la Camada**

El tamaño corporal es una limitante en la producción reproductiva (Stephens, *et al.*, 2009), que está altamente relacionado con el tamaño o masa de camada en varias serpientes (Seigel & Ford, 1987), y permite reducir los “costos” producto del esfuerzo reproductivo (Shine, 1980). Las hembras gestantes de *Crotalus triseriatus* del presente trabajo presentaron una talla relativamente pequeña (\bar{X} = 412 mm) por lo que el gasto energético será mayor respecto a otras especies de *Crotalus*, ya que un mayor tamaño corporal permite tener una mayor reserva energética para invertir en crías de mayor calidad y aumentar así la supervivencia de la camada. Es probable que la hembra gestante de

mayor tamaño (487 mm) sea una hembra que ha dejado pasar eventos reproductivos para invertir en su crecimiento hasta tener la condición corporal necesaria para poder reproducirse, o bien es una hembra de mayor edad (Naulleau & Bonnet, 1996), sin embargo es necesario capturar más individuos de similar tamaño para medir el esfuerzo reproductivo y compararlo con otros individuos de menor tamaño y evaluar las diferencias entre ambos.

Efecto de la Camada sobre los neonatos

El pequeño número de muestra no permite ver si realmente no hay un efecto de la familia sobre los valores individuales de la camada, sin embargo es poco probable, ya que el desarrollo de la camada ocurre hasta que la madre alcanza cierto nivel de energía almacenada en su cuerpo para permitir el desarrollo de los neonatos, y los mismos neonatos no tienen influencia en su desarrollo.

- **Proporción de Sexos**

El número mayor de hembras (N= 9) que de machos (N= 4), con una proporción de un macho por cada 2.25 hembras, así como el mayor número de machos nacidos (N= 16) que de hembras (N= 5), no difiere de una proporción de 1:1, lo cual es similar al de muchas otras serpientes (Shine & Bull, 1977; Ashton & Patton, 2001; Taylor & DeNaro, 2005).

Las diferencias en porcentaje de individuos machos y hembras adultos comparados con los de los neonatos pueden deberse a que los machos viajan distancias mayores a las de las hembras y tienen un mayor ámbito hogareño (Glaudas & Rodríguez- Robles, 2011), por lo cual no pudieron ser encontrados en la misma cantidad que las hembras con hábitos más sedentarios, o debido a una mayor movilidad de los machos estos son más susceptibles a la depredación (Fitch, 1999); es necesario aumentar el número de capturas para evaluar si realmente la proporción es igual a 1:1 o hay alguna tendencia en la proporción sexual en organismos adultos.

Conclusiones

- *Crotalus triseriatus* presentó valores de esfuerzo reproductivo mayores en los organismos de mayor talla.
- Las distintas medidas morfométricas analizadas y los valores reproductivos fueron similares a los de *Crotalus atrox*.
- La LHC promedio de los adultos fue de 357 ± 77.5 mm y el peso promedio fue de 64.22 ± 43.73 g.
- Las medidas morfométricas promedio de la cabeza fueron 13.45 ± 2.15 mm de ancho, 23.04 ± 3.51 mm de largo y 7.82 ± 1.36 mm de altura
- La LHC promedio de los neonatos fue de 145 ± 18.1 mm y el peso promedio fue de 4.05 ± 0.9 g.
- Las medidas morfométricas promedio de la cabeza fueron 7.32 ± 0.67 mm de ancho, 12.71 ± 0.79 mm de largo y 4.58 ± 0.3 mm de altura.
- Existe una relación positiva entre la LHC y el tamaño de la cabeza de organismos adultos.
- No hay una clara relación entre la LHC y el tamaño de la cabeza en los neonatos.
- Se obtuvo un total de 4 camadas.
- La masa relativa de camada promedio fue de 0.30 ± 0.12 .
- El tamaño promedio de camada fue de 5.25 ± 0.5 .
- Las hembras grávidas muestran un cierto grado de emaciación mediante su índice de condición corporal.
- La LHC de la madre no mostró una correlación significativa con el peso promedio de los neonatos y la masa total de camada.
- El peso de la madre tuvo correlación con el tamaño de camada.
- No hay un claro efecto de la familia sobre los valores individuales de la camada.
- La proporción de sexos no fue diferente de 1:1.

Recomendaciones

Los resultados obtenidos son de gran importancia ya que los registros acerca de reproducción generalmente son de únicamente una camada y en este trabajo se presentaron cuatro camadas para esta especie, sin embargo estos resultados distan mucho de ser los deseados y probablemente será necesario incrementar el esfuerzo de captura para poder continuar con los mismos. Las variaciones geográficas y temporales en los ambientes pueden incidir sobre los atributos de historia de vida estudiados, por lo que también es necesario conocer cómo varían bajo distintas circunstancias. Es por ello necesario continuar la evaluación un mayor período de tiempo o incluso comparar poblaciones para examinar los factores que influyen en los distintos fenotipos, así como ampliar el conocimientos de la biología y ecología de las poblaciones e incluso compararlas con poblaciones mantenidas en cautiverio, para entender mejor su funcionamiento en el entorno e implementar estrategias para su conservación.

Literatura Citada

- Álvarez del C., C. 1989. La vegetación en la sierra del Ajusco. Cuaderno de trabajo número 33. Departamento de Prehistoria. INAH. México, D.F. Pp: 74.
- Armstrong, B. L. & J. B. Murphy. 1979. The natural history of Mexican rattlesnakes. Special Publications of the Museum of Natural History. University of Kansas No. 5. Pp: 88.
- Ashton, K. G. & T. M. Patton. 2001. Movement and reproductive biology of female Midget Faded Rattlesnakes, *Crotalus viridis concolor*, in Wyoming. *Copeia* 2001: 229 – 234.
- Bennett D. 1999. *Expedition Field Techniques. Reptiles and Amphibians*. Geography Outdoors. Londres, Inglaterra. 94 p.
- Bonnet, X.; G. Naulleau; R. Shine & O. Lourdais. 2000. What is the appropriate time scale for measuring costs of reproduction in a capital breeder? *Evolutionary Ecology* (13): 485-497.
- Bonnet, X.; G. Naulleau; R. Shine & O. Lourdais. 2001. Short-term versus long-term effects of food intake on reproductive output in a viviparous snake (*Vipera aspis*). *Oikos*, 92, 297 – 308.
- Bryson, J. R. Jr.; R. W. Murphy, A. Lathrop & D. Lazcano-Villareal. 2010. Evolutionary drivers of phylogeographical diversity in the highlands of Mexico: a case study of the *Crotalus triseriatus* species group of montane rattlesnakes. *Journal of biogeography*. 38 (4): 697–710.
- Camarillo Rangel, J. L & J. A. Campbell. 2002. Observaciones sobre la historia natural de *Crotalus transversus* (Squamata: Viperidae). *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*. 10 (1): 7 - 9
- Campbell, J. A. & W. W. Lamar. 1989. *The venomous reptiles of Latin America*. Comstock/Cornell University Press, Ithaca, New York. Pp. 425.

- Campbell, J. A. 1978. A new rattlesnake (Reptilia, Serpentes, Viperidae) from Jalisco, Mexico. *Transactions of the Kansas Academy of Science*. Vol. 81, No. 4 (Winter, 1978). Pp. 365-369

- Campbell, J. A. & W. W. Lamar. 2004. *The venomous reptiles of the western hemisphere*, vol. II. Comstock/Cornell University Press, Ithaca, New York. Pp. 425, 592-594.

- Casas-Andreu, G. Valenzuela, G. & Ramírez, A. 1991. *Como hacer una colección de anfibios y reptiles*. Instituto de Biología, UNAM. Cuadernos No. 10. 68 pp.

- Charry, R. H. 2000. Síntesis de conceptos básicos. *Ofidismo*. 24:38-61

- Correa, S. F. 1995. Aspectos de Mantenimiento y reproducción en cautiverio de *Boa constrictor imperator* Daudi (Reptilia: Serpentes: Boidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Pp. 70.

- Cox, R. M.; M. A. Butler & H. B. John-Alder. 2007. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. En: Fairbairn, D. J.; W. U. Blanckenhorn & T. Székely (Eds.). *Sex, size and gender roles: Evolutionary studies of sexual size dimorphism*. Oxford: Oxford University Press. 38 – 49.

- Diller, L. & R. L. Wallace. 1984. Reproductive biology of the northern pacific rattlesnake (*Crotalus viridis oreganus*). *Herpetologica*, 40, 182 – 193.

- Dirección del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. 2014. Ficha de especies bajo monitoreo. Ficha de identificación de *Crotalus triseriatus*. Consultado el 15 de Enero de 2015. Disponible en: http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/fichas_de_especies/Crotalus_triseriatus.pdf

- Donoso-Barros, R. 1966. *Reptiles de Chile*. Ed. Univ. de Chile. Pp. 458.

- Dorcas, M. E. 1992. Relationships among montane populations of *Crotalus Lepidus* and *Crotalus triseriatus*. En: Campbell J. A. & Brodie E. D. Jr. (Eds.) *Biology of pitvipers*. Selva Publishing. Pp: 71 – 88.

- Dowling, H. G. & W. E. Duellman. 1974-1978. *Systematic Herpetology: a synopsis of families and higher categories*. Hiss Publications, New York.
- Downes, S. 1999. Prey odor influences retreat-site selection by Naïve roadheaded snakes (*Hoplocephalus bungaroides*). *Journal of Herpetology*, 33 (1): 156-159.
- Farr, D. R., & P. T. Gregory. 1991. Sources of variation in estimating litter characteristics of the garter snake, *Thamnophis elegans*. *Journal of Herpetology*. 25:261- 268.
- Fitch, H. S. 1999. *A Kansas snake community: Composition and changes over 50 years*. Krieger Publishing Company, Melbourne, Florida.
- Flores-Villela, O. 1993. *Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, Cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies*. Special Publication No. 17. Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh. Pp. 73.
- Flores-Villela, O. & Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20(2):1-31.
- Flores-Villela, O., & U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (85): 467-475.
- Glaudas, X. & J. A. Rodríguez-Robles. 2011. Vagabond males and sedentary females: spatial ecology and mating system of the speckled rattlesnake (*Crotalus mitchellii*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 103: 681 – 695.
- Glissmeyer, H. R. 1951. Egg production of the Great Basin rattlesnake. *Herpetologica*, 7, 24 - 27.
- Golan, L., C. Radcliffe, T. Miller, B. O’Connell & D. Chiszar. 1982. Trailing behavior in prairie rattlesnake (*Crotalus viridis*). *Journal of Herpetology*, 16 (3): 287-293.
- Gregory, P. T., K. W. Larsen & D. R. Farr. 1992. Snake litter size = live young + dead young + yolks. *Herpetological Journal*. (2):65-71.

- Gregory, P. T., L. H. Crampton & K. M. Skebo. 1999. Conflicts and interactions among reproduction, thermoregulation and feeding in viviparous reptiles: are gravid snakes anorexic? *Journal of Zoology (London)* 248, 231 – 241.
- HACCC(.Herpetological Animal Care and Use Committee of the American Society of Ichthyologist and Herpetologist). 2004. Guidelines for use of live amphibians and reptiles in field and laboratory research, Segunda Edición. 43 p.
- INEGI, 1988. Carta topográfica. 1:50000. Clave E14A49
- INEGI. 2004. Carta de clima. 1:250000. Clave E14A49
- Jayne, B. C. & A. F. Bennet. 1990. Selection on locomotor performance capacity in a natural population of garter snakes. *Evolution* (44): 1204-1229.
- King, R. B. 1993. Determinants of offspring number and size in the brown snake *Storeria dekayi*. *Journal of Herpetology*. 27: 175 – 185.
- Klauber, L. M. 1972. Rattlesnakes: their habits, life histories, and influence on mankind. 2da Edición. 2 volúmenes. University of California Press, Berkeley. 1533 pp.
- Lourdais, O.; X. Bonnet; R. Shine; D. Denardo; G. Naulleau & M. Guillon. 2002. Capital-breeding and reproductive effort in a variable environment: a longitudinal study of a viviparous snake.
- Lowe C. H.; C. R. Schwalbe & T. B. Johnson. 1986. The venomous reptiles of Arizona. Phoenix, AZ: Arizona. Game and Fish Department.
- Madsen, T. & R. Shine. 1993. Cost of reproduction in a population of European adders. *Oecologia*, 94, 488 – 495.
- Manrique A. L.; A. Ramírez-Bautista; L. Canseco Márquez; U.O. García Vázquez & U. Hernández-Salinas. 2009. *Herpetofauna del Valle de México*. CONABIO. Pp: 213.

- Meik J. M.; K. Setser; E. Mociño-Deloya & A. M. Lawing. 2012. Sexual differences in head form and diet in a population of Mexican lance-headed rattlesnakes, *Crotalus polystictus*. *Biological Journal of Linnean Society*. 106: 633-640.
- Murphy, J. B. 1978. Maintenance of rattlesnakes in captivity. Special Publications No. 3. University of Kansas Museum of Natural History. 40 p.
- Naulleau, G. & X. Bonnet. 1996. Body conditions threshold for breeding in a viviparous snake. *Oecologia*, 107, 301 – 306.
- Ochoa-Ochoa, L., O. Flores-Villela, U. García-Vázquez, M. Corea-Cano & L. Canseco-Márquez. 2006. *Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México. Especie: Crotalus triseriatus*, escala 1:100000. Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ojeda-Morales, U. M. 2004. Las serpientes venenosas de Tabasco: Biología, mordeduras, prevención y tratamiento. *Kuxulkab´*, revista de divulgación. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (U. J. A. T.) México. IX (18): 34-42.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. García-Vázquez, A. Leyte-Manrique & L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación. CONABIO. 121 – 122 Pp.
- Ramírez-Bautista, A., M. G. Gutiérrez-Mayén & A. González-Romero. 1995. Clutch sizes in a community of snakes from mountains of the Valley of México. *Herpetological Review* 26: 12-13.
- Rivera, V. R. 2002. Contribución al conocimiento de la quimiorrecepción en la conducta alimentaria de la serpiente *Agkistrodon bilineatus bilineatus* (Günter, 1864); Squamata:

Serpentes: Viperidae. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Pp. 28.

- SEDUE. 1989. Información básica sobre las áreas naturales protegidas de México. Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. México, D.F. Pp: 82.
- Seigel, R. A., Fitch, H. S. and Ford, N. B. 1986. Variation in relative clutch mass in snakes among and within species. *Herpetologica* 42: 179-185.
- Seigel, R. A. & N. B. Ford. 1987. Reproductive Ecology. En: R. A. Seigel, J. T. Collins & S. S. Novak (Eds.) *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. Macmillan, Nueva York. 210 – 252 Pp.
- Shine, R. & J. J. Bull. 1977. Skewed sex ratios in snakes. *Copeia* 1977: 228 – 234.
- Shine, R. 1980. “Costs” of reproduction in reptiles. *Oecologia*. 46, 92 – 100.
- Shine, R. 1988. Constraints on reproductive investment: a comparison between aquatic and terrestrial snakes. *Evolution*, 42: 17 – 27.
- Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology*. 64: 419 – 461.
- Shine, R. 1991. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *American Naturalist*. 138: 103 – 122.
- Shine, R. G., & X. Bonnet. 2000. Snakes: A new “model organism” in ecological research? *Trends in Ecology and Evolution* (15): 221-222.
- Shine, R. & T. Madsen. 1997. Prey abundance and predator reproduction: rats and pythons on a tropical Australian floodplain. *Ecology*, 78, 1078 – 1081.
- Shine, R. & L. Schwarzkopf. 1992. The evolution of reproductive effort in snakes. *Evolution* 46: 62-75.

- Snider, A. T. & J. K. Bowler. 1992. *Longevity of reptiles and amphibians in North American collections*. 2^{da} edición. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford, Ohio. Pp. 40.
- Sparkman A. M.; S. J. Arnold & A. M. Bronikowski. 2006. An empirical test of evolutionary theories for reproductive senescence and reproductive effort in the garter snake *Thamnophis elegans*. *Proceedings of the Royal Society Biological Science*. 274 (1612): 943-950.
- Spirito-Alarcón L. D. 2006. *Registro de longevidades generadas a partir de 1979 en los anfibios y reptiles del laboratorio de herpetología de la UNAM, campus Iztacala*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Pp. 74.
- Stephens, P. A., I. L. Boyd, J. M. McNamara & Alasdair I. Houston 2009. Capital breeding and income breeding: their meaning, measurement, and worth. *Ecology* 90:2057–2067
- Swan, L. W., 1963. Ecology of the heights. *Natural History (New York)* 72(4): 22-29.
- Taylor E. N & D. F. DeNardo. 2005. Reproductive ecology of western diamond-backed rattlesnakes (*Crotalus atrox*) in the Sonoran desert. *Copeia*: February. 5 (1): 152-158.
- Uribe-Peña, Z. A.; A. Ramírez-Bautista y G. Casas.1999. *Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México*. Cuadernos del Instituto de Biología. No. 32, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vargas, M. F. 1984. *Parques Nacionales de México y reservas equivalentes. Pasado, presente y Futuro*. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México, D.F. Pp: 266.
- Vargas, M. F. 2008. *Parques Nacionales de México*. Consultado el 24 de Febrero de 2015. Disponible en: <http://www.planeta.com/ecotravel/mexico/parques/df.html>
- Vega-López, A. y S. Álvarez-Solórzano. 1992. La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. *Acta Zoológica Mexicana* 51:1-128.

- Vera V., V., y D. A. Rodríguez T. 2007. Supervivencia e incremento en altura de *Pinus hartwegii* a dos años de quemas prescritas e incendios experimentales. *Agrociencia* 41: 219-230.
- Whelan, R. J. 1997. *The Ecology of Fire*. Cambridge
- Vitt, L. J. & J. D. Congdon. 1978. Body shape, reproductive effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Naturalist*, 112: 595 – 608.
- Vitt, L. J. & H. J. Price. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica*, 38: 237 – 255.