



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Aspectos de la historia natural de
Conopsis lineata (Kennicott, 1859) en
el Área Comunitaria de Conservación Ecológica
Santiago Tepalcatlalpan, Distrito Federal.**

TESIS

Que para obtener el título de:

BIÓLOGO

Presenta:

Tadeo Monterrubio Rubio

Director de tesis:

Dr. Hibraim Adán Pérez Mendoza



Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi asesor el Dr. Hibrain Adán Pérez Mendoza por sus enseñanzas dentro y fuera de clases, por guiarme en el estudio de los reptiles y por todo su apoyo y paciencia al realizar esta tesis.

A mis sinodales por sus valiosos comentarios para concluir este trabajo.

A mi mamá, mi papá, mi hermano, mi abuelita, mi tía y mis tíos que siempre me han apoyado y ayudado incondicionalmente en todos los aspectos de mi vida y en especial para poder terminar mi carrera y mi tesis.

A Alejandra que ha sido mi compañera y amiga, por su cariño y apoyo, porque siempre me alienta superarme, a cumplir mis metas y a ser una mejor persona.

A mis amigos Hoper, Alonso y Cheches y algunos otros que me ayudaron en campo, que sin ustedes no hubiera podido realizar este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	9
MÉTODOS	10
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	31

RESUMEN

La pérdida del hábitat natural y su conversión a otras formas de uso de suelo ha impactado a las poblaciones silvestres en todo el mundo, debido a esto es importante el monitoreo de las poblaciones naturales. Los datos demográficos proporcionan la base para conocer la historia natural y ecología de una especie, entre los atributos poblacionales más importantes para la conservación están: el tamaño y densidad poblacional, la proporción de sexos, la estructura de edades, entre otros; estos nos permiten inferir sobre la viabilidad de una población. Los estudios de demografía con serpientes han sido poco abundantes debido a su naturaleza críptica, que tienen largos periodos de inactividad y densidades poblacionales bajas, no obstante, tienen un rol importante en el ecosistema, por lo que es necesario conocer el estado de las poblaciones y rasgos de su historia de vida. *Conopsis* (Günther 1858) es un género de culebras excavadoras, su historia natural y el estado de las poblaciones de las especies de este género es limitado, por lo que el presente trabajo se enfoca en conocer aspectos básicos de historia de vida de *C. lineata*. Se realizó un estudio de marcaje-recaptura en el ACCE Santiago Tepalcatlalpan, de agosto de 2012 a octubre de 2013, se encontraron 81 serpientes, con mayor número de capturas en los meses más cálidos del año, sin embargo, no se encontró relación entre el número de individuos con la temperatura y precipitación. La mayor parte de individuos capturados fueron adultos, esto debido a que los hábitos crípticos de esta especie son más marcados en las clases jóvenes. La proporción de sexos no fue diferente de 1:1 y se encontró dimorfismo sexual en la longitud de la cola siendo la de los machos más larga que la de las hembras. El estimado del tamaño poblacional fue de 207 ± 90 individuos con una densidad de 12.4 ind/ha que es considerada baja. Es probable que *C. lineata* no sea muy abundante ya que el hábitat no sea del todo favorable o porque se esté dando una migración a las zonas boscosas aledañas con mayor humedad y menor actividad antropogénica.

INTRODUCCIÓN

La pérdida del hábitat natural así como su conversión a otras formas de uso de suelo a partir del desarrollo de las actividades humanas, ha impactado de manera sensible las poblaciones silvestres en todo el mundo (Bonnet *et al.* 1999, Todd y Andrews 2008, Calderón-Mandujano *et al.* 2008). Sin embargo, para algunos taxones se conoce poco acerca del estado de las poblaciones, así como de su ecología e historia natural en general. Debido a esto, es importante el monitoreo de las poblaciones naturales, especialmente de aquellas especies de las que menos se sabe (Diefenbacher y Pauley 2014, Riedle 2014).

La ecología es una herramienta útil para el manejo de fauna silvestre ya sea para su aprovechamiento, conservación o control, para esto es necesario la aplicación del conocimiento científico y técnico para la resolución de problemas donde la fauna esté involucrada (Mandujano-Rodríguez 2012). Este tipo de estudios son indispensables, ya que proporcionan la información necesaria para construir hipótesis relevantes acerca de los atributos de cualquier especie (Vitt 2013). Para esto es importante, conocer diferentes aspectos de la ecología de los organismos, desde los cambios numéricos que sufren las poblaciones, hasta las relaciones energéticas que guardan con los demás organismos que integran la comunidad a la que pertenecen.

Los datos demográficos proporcionan la base para conocer la historia natural y ecología de una especie, ya que permiten analizar tanto la forma en la que se componen y estructuran las poblaciones, como los patrones de mortalidad y reproducción (Lemos *et al.* 2005). Estos atributos a su vez permiten entender la evolución de otros caracteres de las especies que pueden ser de particular importancia en aquellas que se encuentran amenazadas. Por ejemplo, el costo de reproducción, las causas de dimorfismo sexual, el esfuerzo reproductivo, el tamaño de camada, entre otros (Blouin-Demers *et al.* 2002, Braz *et al.* 2014). Entre los atributos poblacionales más importantes para la conservación están: el tamaño y densidad poblacional, la proporción de sexos, la estructura de edades, entre otros. Ya que estos parámetros nos permiten inferir sobre la permanencia y viabilidad de una población (Sánchez 2011, Mandujano-

Rodríguez 2012). Por otra parte, su estudio permite conocer la influencia que puede tener el ambiente sobre estos parámetros.

A pesar de la relevancia de la ecología de poblaciones para el conocimiento básico de las especies, existen pocos trabajos exhaustivos en esta área. La mayoría de los trabajos que se han realizado recurren a conteos de campo no ajustados para estimaciones de abundancia (e.g. Wilson y Dorcas 2004, Orr 2006, Todd y Andrews 2008). En este sentido, los estudios de captura-recaptura dan estimados de abundancias más confiables que pueden ayudar en la interpretación de los datos de recuento, así como para proporcionar estimaciones de las características demográficas, como las tasas de supervivencia (Lind *et al.* 2005).

Los estudios demográficos en reptiles se han enfocado principalmente en lagartijas, debido a que son un elemento visible y abundante en la mayoría de las comunidades animales (Tinkle 1983). Estos estudios han aportado una idea amplia acerca de los procesos ecológicos (Plummer 1985) y por ello se considera a las lagartijas como modelo en estudios ecológicos y de historia de vida (Huey *et al.* 1983; Pianka y Vitt 2003). Esto se debe también a que son consideradas un grupo homogéneo en términos morfológicos y de comportamiento y los métodos utilizados para estimar parámetros de historia de vida en poblaciones naturales de lagartijas son más comparables entre especies que en otros taxones (Clobert *et al.* 1998). Sin embargo, los estudios demográficos y de historia de vida con otros reptiles como las serpientes han sido por mucho, menos abundantes. Muchos atributos de las serpientes contrastan con los de las lagartijas y contribuyen a que las serpientes sean un organismo de estudio más complejo (Plummer 1985). Estos atributos incluyen su naturaleza críptica, patrones de actividad nocturnos o restringidos a condiciones ambientales específicas, sus movimientos pueden ser extensos e impredecibles, tienen largos periodos de inactividad y aparentes densidades poblacionales bajas (Mullin y Seigel 2009); todo lo anterior, hace que los datos demográficos requieran un esfuerzo de muestreo mayor para la mayoría de las especies de serpientes, que el que requerirían otros grupos como las lagartijas (Hyslop *et al.* 2011).

A pesar de las dificultades antes mencionadas, las serpientes han ganado atención como un organismo potencial para el estudio de diferentes aspectos evolutivos y ecológicos (Mullin y Seigel 2009). Las serpientes ocupan un nivel medio a alto en las redes tróficas al ser depredadores y a la vez presas, por lo que pueden ser indicadores de tendencias y efectos en la dinámica de la red trófica (Vitt y Caldwell 2009). Conocer la dinámica de poblaciones de serpientes es esencial para evaluar su papel e influencia en los sistemas ecológicos (Seigel *et al.* 1987). Con el fin de utilizar a las poblaciones de serpientes como medida de tendencias ecológicas, necesitamos un mejor entendimiento de cómo el diseño y el esfuerzo de muestreo pueden afectar nuestra capacidad para derivar modelos demográficos apropiados y precisos (Lind *et al.* 2005). Las historias de vida de las serpientes tienen características que hacen vulnerables a sus poblaciones cuando hay disminuciones del tamaño poblacional, asimismo son organismos especializados en ambientes de baja energía lo que les permite estar inactivas por largos periodos de tiempo manteniendo patrones estables a través de los años, aunado a modelos demográficos confiables, las serpientes pueden ser utilizadas como indicadores a largo plazo de la calidad del hábitat (Beaupre y Douglas 2009).

Existen algunos estudios con serpientes, los cuales se han centrado en especies grandes y diurnas que se pueden encontrar fácilmente sobre el suelo (e.g. Lind *et al.* 2005, Stanford y King 2004, Miller *et al.* 2004). Las especies pequeñas, excavadoras o nocturnas, han tenido poca atención y su historia natural ha sido poco estudiada (Castañeda *et al.* 2011). Las serpientes excavadoras se caracterizan por ser de talla pequeña, tener cuerpos cilíndricos, ojos pequeños, la cabeza aplanada y esta no se diferencia del cuerpo, las escamas son lisas y tienen una cola corta y puntiaguda (Shine *et al.* 2006, Braz *et al.* 2014). Debido a su talla pequeña y sus movimientos cortos, la actividad en la superficie representa un peligro debido a la depredación por lo que evitan sustratos que les impidan enterrarse, estas características constituyen un reto en su termorregulación además de influir en su alimentación y el tamaño de la puesta que suele ser baja. Por estos rasgos las serpientes pequeñas y excavadoras pueden estar en desventaja ante el

disturbio humano y la fragmentación del hábitat y es necesaria más información para entender su ecología (How y Shine 1999, Braz *et al.* 2014).

Conopsis (Günther 1858) es un género de culebras excavadoras que ha sido recientemente estudiado, en aspectos de sistemática y filogenia principalmente, (Goyenechea 2009). Sin embargo, la historia natural y el estado de las poblaciones de las especies de este género es limitada, para el caso de *C. biserialis*, cuenta con estatus de protección en la NOM-059 SEMARNAT como amenazada, lo que podría indicar que todas las especies de *Conopsis* se encuentran bajo una presión constante por fragmentación del hábitat y actividades antropogénicas.

Ya que las serpientes tienen un rol importante en el ecosistema, es necesario conocer el estado de las poblaciones y rasgos de su historia de vida para contar con información relevante y poder implementar medidas para su conservación. Por todo esto, el presente trabajo se enfoca en conocer aspectos básicos de historia de vida de *C. lineata* en el Área Comunitaria de Conservación Ecológica Santiago Tepalcatlalpan en la Ciudad de México.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Conocer rasgos de la historia natural de una población de *Conopsis lineata* en el Área Comunitaria de Conservación Ecológica Santiago Tepalcatlalpan, Xochimilco, Distrito Federal.

Objetivos particulares:

- Analizar la relación de las condiciones ambientales (precipitación y temperatura) con la actividad de los individuos.
- Caracterizar la estructura de tallas de la población de *Conopsis lineata* y compararla con la población de Los Dínamos.
- Calcular la proporción sexual y establecer si existe dimorfismo sexual en *Conopsis lineata*.
- Estimar la densidad y tamaño poblacional de *Conopsis lineata*.

ANTECEDENTES

Existen pocos estudios de serpientes excavadoras del norte de América, estos estudios se han enfocado en la historia natural, documentando aspectos como preferencia de microhábitat en cuanto a humedad de suelo y temperatura (Orr 2006, Diefenbacher y Pauley 2014), la abundancia temporal suele ser mayor en temporada de lluvias (Wilson y Dorcas 2004, Braz *et al.* 2014), para el caso de *Valeria valeriae* y *Storeria dekayi* se han reportado densidades bajas (Pisani 2009, Pisani y Busby 2014). Se ha encontrado un marcado dimorfismo sexual en diferentes especies con hábitos excavadores siendo para algunos casos las LHC de hembras significativamente más grandes y en todos los casos la LC de los machos es mayor (How y Shine 1999, Wilson y Dorcas 2004, Todd *et al.* 2008, Pisani 2009, Braz *et al.* 2014, Diefenbacher y Pauley 2014). Para el caso de *Conopsis* los estudios se han centrado en estudiar la sistemática y filogenia de la especie (Goyenechea y Flores Villeda 2002, Goyenechea 2009) debido a que su historia taxonómica y nomenclatura ha sido inestable y compleja (Goyenechea 1999). Los estudios de ecología del género *Conopsis* son limitados; Castañeda *et al.* 2001 y Estrada 2015 encontraron que son más abundantes en época de lluvia, las densidades son relativamente bajas, la proporción sexual fue de 1:1 y se observó dimorfismo sexual, siendo la LC mayor en machos (Castañeda *et al.* 2011, Estrada 2015).

MÉTODOS

Sitio de estudio

Se obtuvo a través de la Comisión de los Recursos Naturales, la cartografía para realizar la caracterización de la zona de estudio. El ACCE Santiago Tepalcatlalpan tiene una superficie de 150 ha y se encuentra en la delegación Xochimilco, D.F. entre los paralelos N 19° 12' 24" y N 19° 13' 39", y entre los meridianos O 99° 09' 02" y O 99° 07' 38", el clima de la zona es C(w₂) templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual). La altitud es de 2440 hasta los 2760 msnm, las rocas que componen el substrato rocoso son basalto, brecha volcánica y andesita, el tipo de suelo es feozem háplico, la vegetación presente es bosque de encino con zonas para agricultura de temporal, el área de estudio se encuentra dentro del polígono del ACCE y tiene una superficie de 17 ha (fig.1).

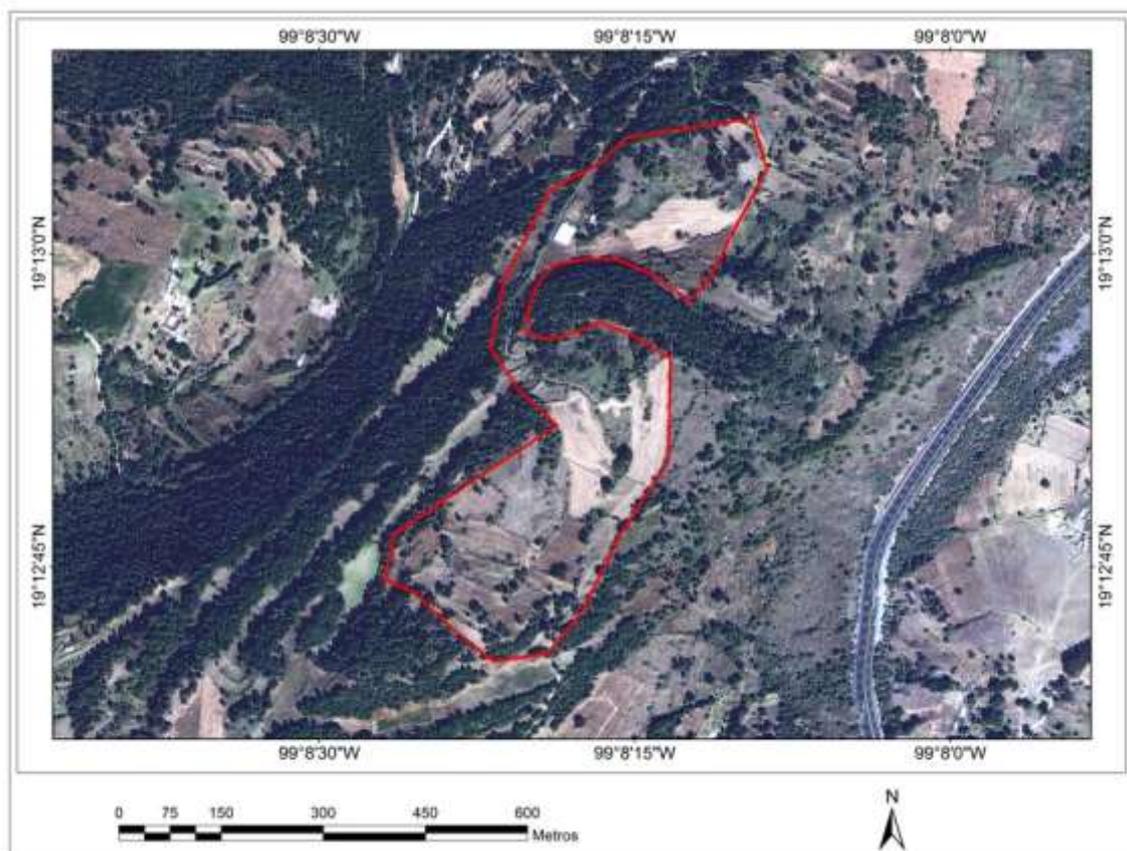


Figura 1. Área de muestreo enmarcado por el polígono en rojo.

Especie de estudio

El género *Conopsis* fue descrito por Günther (1858), se distribuye en todo el territorio mexicano desde Chihuahua hasta Oaxaca y es endémico de México. Este colúbrido de hábitos excavadores se puede reconocer por varias características de coloración y escamas, pero principalmente por un surco en los 3 últimos dientes maxilares o por lo menos en uno de ellos. El género consta de 6 especies reconocidas, las cuales son: *C. acuta*, *C. amphisticha*, *C. biserialis*, *C. lineata*, *C. megalodon* y *C. nasus* (Goyenechea 2009). Estas serpientes se encuentran principalmente en bosque de pino y encino, pero se puede encontrar en diversos tipos de vegetación. Son colúbridos de talla pequeña, pueden llegar a medir aproximadamente 300 mm de longitud hocico-cloaca (Goyenechea y Flores-Villela 2002).

***Conopsis lineata* (Kennicott 1859)**

Es una serpiente de talla pequeña. Pueden alcanzar una LHC promedio de 176 mm; el cuerpo es levemente robusto y de forma cilíndrica, la cola es corta y la cabeza ligeramente distintiva del cuello con la punta del hocico puntiagudo. Las escamas de la cabeza son grandes y lisas; no tiene escama loreal, la escama internasal y las prefrontales, así como la anal están divididas. Cuenta con 17 hileras de escamas lisas alrededor del cuerpo. Las escamas dorsales son lisas; tiene 126 escamas ventrales y 33 escamas caudales en promedio. La coloración de esta especie es altamente variable, el dorso y la cabeza es de color café olivo, con tres o cinco líneas oscuras y delgadas que corren longitudinalmente a lo largo del cuerpo. La coloración del vientre es de color amarillento o crema, sin patrón de manchas, sin embargo, pueden presentar hileras de manchas o puntos a lo largo de la región ventral, también se pueden encontrar algunos organismos con coloración naranja en los lados de todas las escamas ventrales y con el vientre completamente naranja (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2010, Goyenechea y Flores-Villela 2002 y 2006).



Figura 2. *Conopsis lineata* neonato (panel A), *Conopsis lineata* adulto (panel B).

Es una especie con actividad diurna que habita en ambientes templados, se distribuye en el centro y sur de México y se puede encontrar en izotales pero principalmente en bosque de encino y pino-encino además de matorral espinoso y bosque mesófilo de montaña, en altitudes que van de 1700 a 3100 m.s.n.m., se pueden hallar debajo de troncos, entre la hojarasca, reptando sobre el pasto, pero principalmente debajo de rocas. Es un colúbrido insectívoro, se alimenta de chapulines y termitas (Goyenechea y Flores-Villela 2006, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2010), son organismos vivíparos, el ciclo básico reproductor femenino para *Conopsis lineata* es conocido, la previtelogénesis ocurre a finales de la primavera, verano y principios de otoño, la vitelogénesis durante el otoño y principios de invierno, la gestación se da a finales del invierno y primavera (Uribe *et al.* 1998).

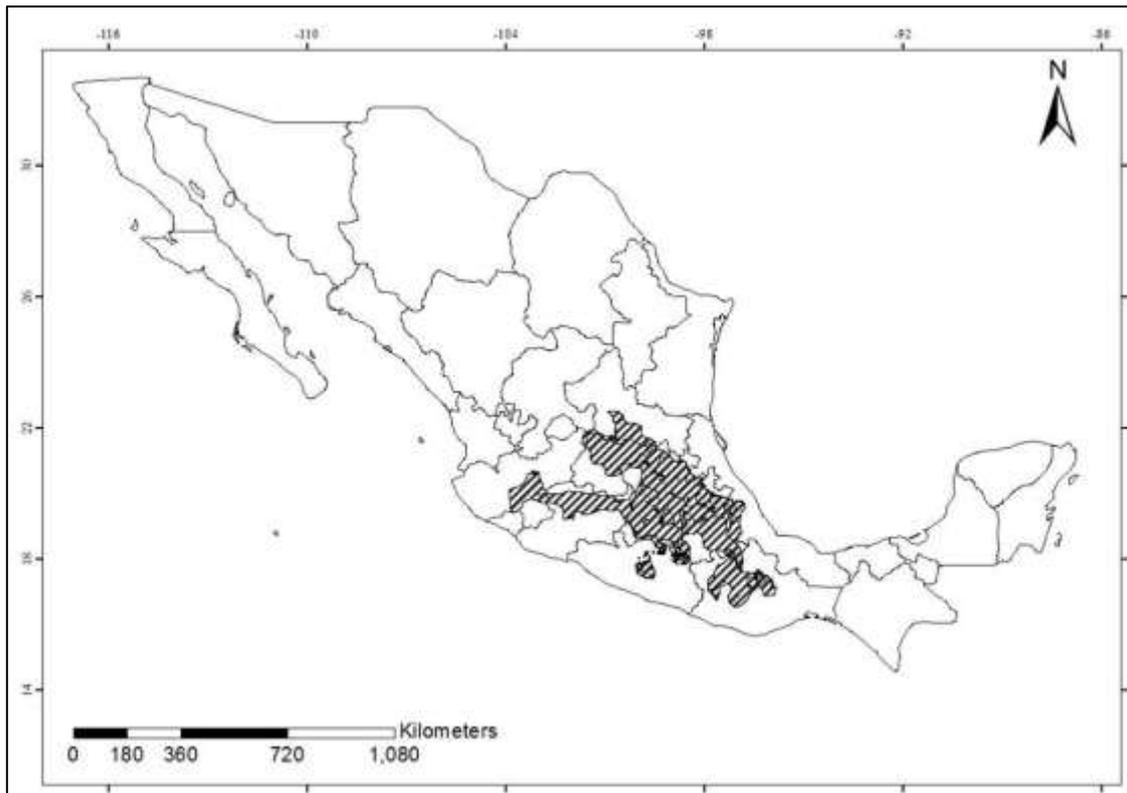


Figura 3. Distribución potencial de *Conopsis lineata*. Mapa elaborado con información de CONABIO.

Métodos de campo

Se realizó un estudio en la delegación Xochimilco, en el Área Comunitaria de Conservación Ecológica Santiago Tepalcatlalpan. El muestreo se hizo en las zonas de pastizal y junto a los caminos que conectan estas zonas, los sitios se visitaron dejando transcurrir un lapso de dos a tres semanas (14 a 21 días aprox.) durante los años 2012 y 2013, con un periodo de inactividad de aproximadamente 2 meses por época de hibernación de las culebras (diciembre 2012 a marzo 2013).

Los organismos se buscaron debajo de rocas y algunos microhábitats como troncos y escondites generados por actividad humana, aproximadamente por 5 horas dependiendo de las condiciones atmosféricas y el número de individuos encontrados. Se registraron los datos de talla (± 0.1 mm), peso (± 0.1 g) y sexo (determinado con un estilete) de cada individuo capturado. Posteriormente se realizaron marcas por medio del corte de escamas subcaudales en el sistema de código de Blanchard y Finster (1933). Para el caso de individuos de talla

muy pequeña se pueden causar heridas graves al hacer el corte de escamas, es por esto que no fueron marcadas.

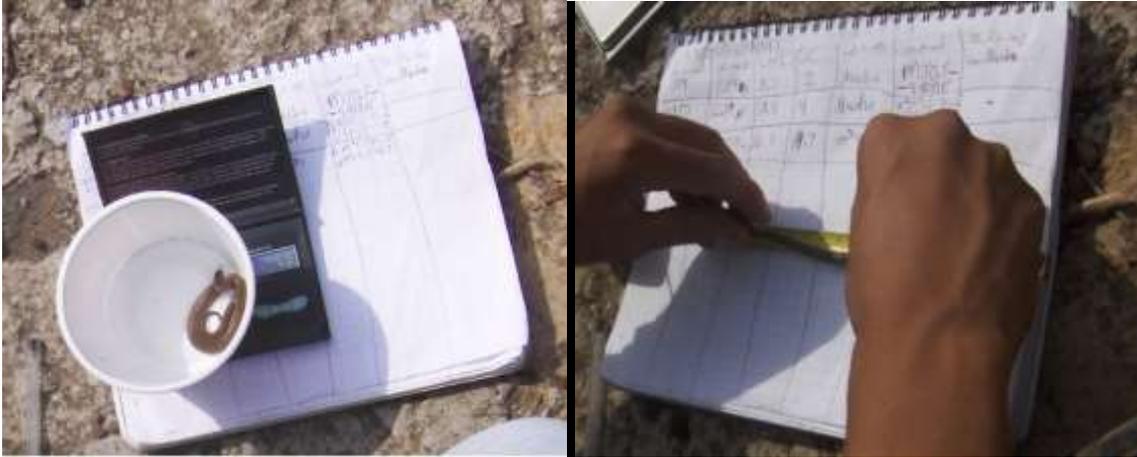


Figura 4. Individuo siendo pesado con báscula de precisión de 0.01 y siendo medidas con cinta métrica.



Figura. 5 Esquema del método de marcaje mediante corte de escamas subcaudales (ES). Después de la cloaca se dejan las dos primeras escamas, del lado derecho se marcan las decenas y del lado izquierdo las unidades (e.g. foto izquierda; individuo 58).

Precipitación y temperatura

Se obtuvieron, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), los datos de precipitación acumulada en 24 hrs. y temperatura media por día de los años 2012 y 2013 de las estaciones meteorológicas San Francisco Tlalnepantla #9041 y Calvario 61 #9004, que son las más cercanas al sitio de estudio. Se calcularon los promedios mensuales de precipitación y temperatura media para

realizar en análisis de regresión lineal con el número de individuos encontrados por mes.

Estructura de Tallas

De todos los organismos registrados se establecieron tres categorías de talla considerando únicamente la LHC, esto con base en las categorías utilizadas por Estrada (2015), con el fin de obtener la descripción estadística de la población y compararlo con la población de estudiada por Estrada (2015) en Los Dínamos, para esto se consideraron todos los individuos marcados; siendo los neonatos <111 mm, los jóvenes > 111 mm < 170 mm y adultos > 170 mm. De igual forma se calcularon los promedios y desviación estándar de LHC, LT, LC, y masa del total de individuos por categoría.

Dimorfismo Sexual y Proporción Sexual

Se realizaron pruebas de t para muestras independientes, comparando la LHC, LT, LC y masa entre machos y hembras para saber si existen diferencias morfológicas entre ambos sexos. Para estimar la proporción sexual se realizó una prueba de χ^2 cuadrada, las pruebas estadísticas se realizaron en el programa R (R Development Core Team, 2008).

Tamaño y densidad poblacional

El tamaño poblacional se calculó por medio del estimado de Petersen modificado por Bailey (1951). Este estimado supone que en una primera ocasión se capturan y marcan un número M de individuos de una población de tamaño K , al efectuar una segunda ocasión de captura de tamaño n y dentro de esta captura hay m animales previamente marcados (recapturados), la relación M/N debe ser proporcional a la relación de los animales recapturados en la segunda ocasión de captura (m/n). Por lo tanto:

$$N = \frac{M(n + 1)}{m + 1}$$

Con el siguiente error estándar:

$$EE_N = \sqrt{\frac{M^2(n+1)(n-m)}{(m+1)^2(m+2)}}$$

Para calcular la densidad poblacional se dividió el estimado de tamaño poblacional entre el área del sitio de estudio. El cálculo de la superficie del sitio de estudio se realizó por medio del software ArcGIS 10.0.

RESULTADOS

Se capturaron 81 serpientes en los muestreos realizados de agosto del 2012 a octubre de 2013, 26 en 2012 (32 %) y 55 en 2013 (68 %), el periodo de mayor actividad se concentró en los meses de abril a octubre, ya que, aunque se encontraron individuos durante el mes de diciembre, el número fue mucho menor al de las demás ocasiones de muestreo. La primera captura se realizó el 28 de agosto del 2012, en el 2013 fue el 21 de marzo. Las últimas serpientes encontradas para cada año fueron el 4 de diciembre de 2012 y el 31 de octubre de 2013. Todas las serpientes fueron encontradas bajo rocas y los resultados del primer muestreo pueden estar sesgados debido a que en esos muestreos se estaban estandarizando los métodos de muestreo, así como el reconocimiento de la zona. Respecto a la abundancia temporal de *Conopsis lineata* los adultos se encontraron todos los meses en los dos años con mayor número de individuos en marzo, abril y agosto de 2013, no se encontraron jóvenes en agosto de 2012 y 2013, los neonatos no fueron encontrados en noviembre y diciembre, pero fueron muy abundantes en marzo, abril, julio y octubre (fig. 6).

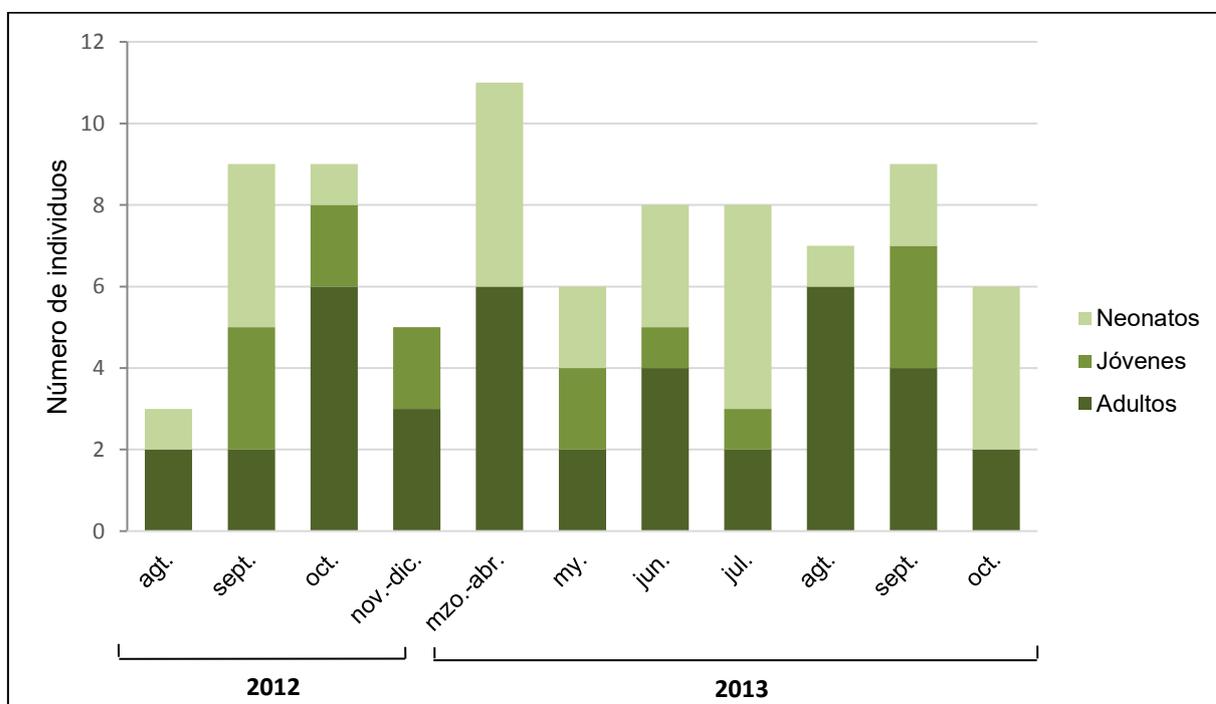


Figura 6. Número de individuos capturados por cada categoría de talla en cada mes.

Se observaron picos de actividad en los meses más cálidos (marzo, abril, septiembre y octubre, fig. 7 panel A) con un 13.6% de capturas en marzo y abril y de 11.1% en septiembre. Sin embargo, no existe una relación significativa ($F = 0.89$ $GL = 11$, $P = 0.37$) entre la temperatura media y el número de organismos capturados (fig.7 panel C). Al analizar la relación entre la precipitación media y el número de individuos capturados no se observó una relación significativa ($F = 0.46$, $GL = 11$, $P = 0.51$) (fig. 7 panel B y D).

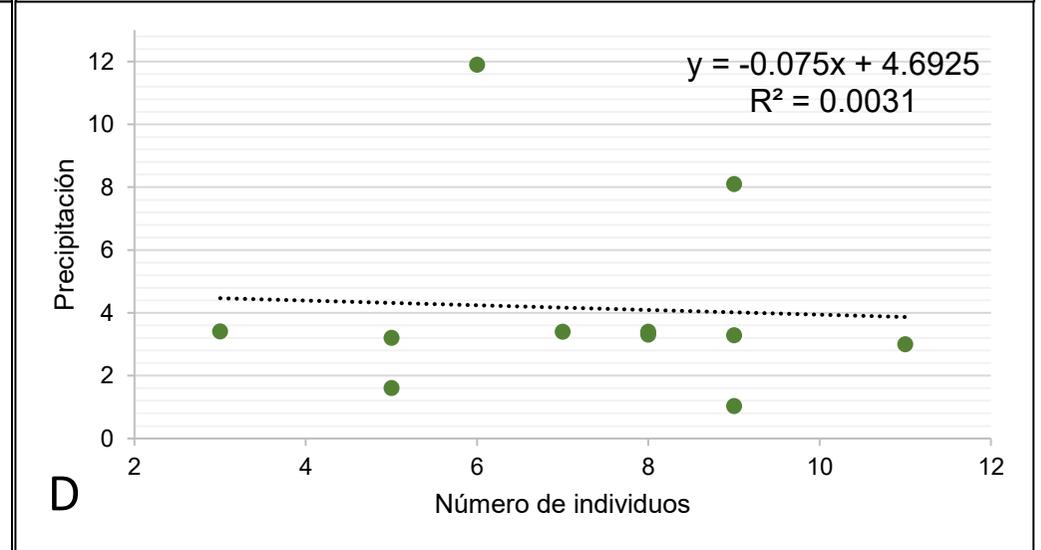
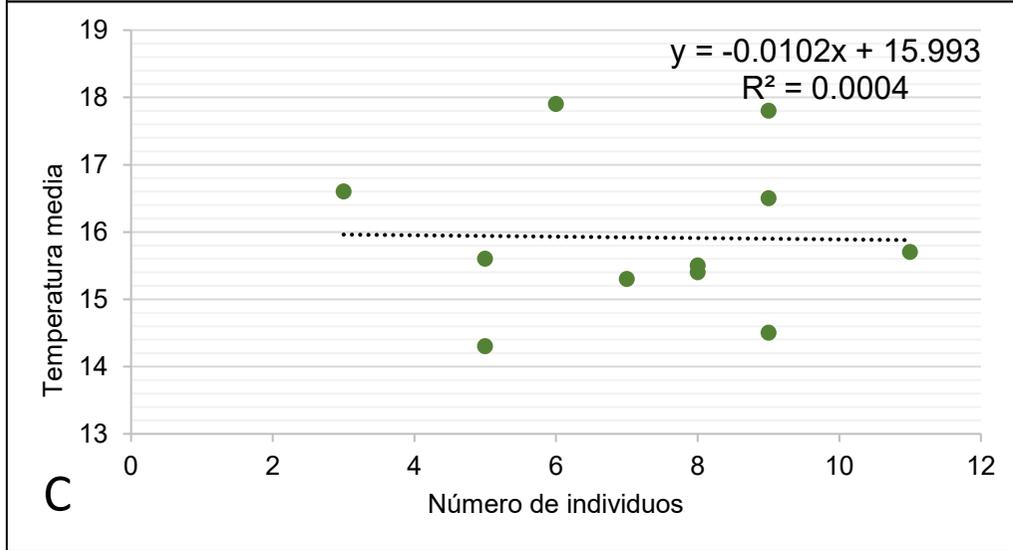
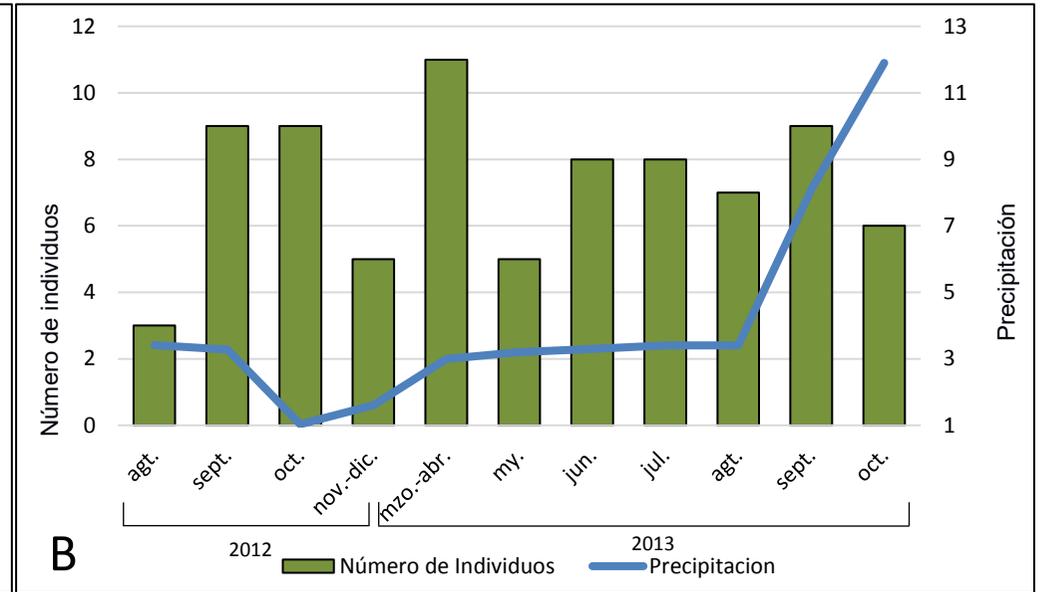
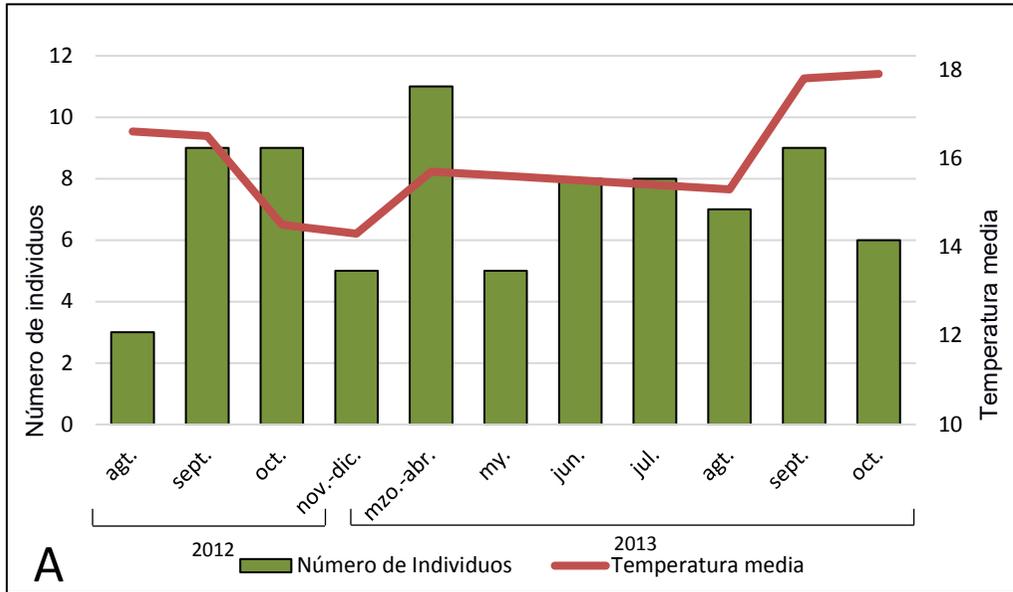


Figura 7. En el panel A se muestra el número de individuos capturados y la temperatura promedio de cada mes. En el panel B se muestra el número de individuos capturados y la precipitación promedio de cada mes. En el panel C se muestra la relación entre el número de individuos capturados y la temperatura promedio de cada mes. En el panel D se muestra la relación entre el número de individuos capturados y la precipitación promedio de cada mes.

De las 81 serpientes capturadas, solo se obtuvieron 3 recapturas, que fueron identificadas a partir de las marcas y fotografías de los individuos. De los 81 individuos capturados, 41 fueron machos (50.6%) y 38 fueron hembras (46.9%). No fue posible determinar el sexo de todos los individuos capturados durante el muestreo porque eran muy pequeños y el uso de sexadores o la eversión de hemipenes puede generar daños permanentes a los individuos. Estos organismos sin sexar representan el 2.5% restante de la población.

Estructura de tallas

La mayoría de los individuos registrados durante este estudio fueron adultos (49.4% n= 39) con tallas desde 170 mm hasta 240 mm y promediaron una LHC de 193 ± 20 mm (DE). Los individuos jóvenes (19% n= 15) desde 111 mm hasta 167 mm y promediaron una LHC de 147 ± 17 mm. El promedio para los neonatos (31.6% n= 25) desde 67 mm hasta 107mm y promedio de 90 ± 11 mm. Respecto a la longitud total (LT) los adultos tuvieron tallas desde 200 mm hasta 285 mm y promediaron 232 ± 22 mm, los jóvenes desde 132 mm hasta 212 mm y promediaron 181 ± 25 mm. Los neonatos desde 79 mm hasta 129 mm y el promedio fue de 108 ± 13 mm. La masa promedio para cada clase de talla fue la siguiente: adultos 7.7 ± 2.4 g, jóvenes 4.3 ± 2.1 g y neonatos 1.2 ± 0.3 g (tabla 1).

Tabla 1. Promedios de tallas y su desviación estándar para machos, hembras y el total de individuos de cada categoría, así como para el total de individuos capturados, se excluyeron 2 neonatos debido a que no pudo determinarse el sexo.

Individuos	Longitud Hocico-Cloaca (mm)			Longitud Total promedio (mm)			Masa promedio (g)		
	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀
Total	151 ± 48	149 ± 46	157 ± 55	179 ± 62	184 ± 60	184 ± 64	4.9 ± 3.5	4.9 ± 3.2	5.5 ± 4
Adultos (49.4% n= 39)	193 ± 20	185 ± 14	201 ± 22	232 ± 22	230 ± 17	234 ± 26	7.7 ± 2.4	7 ± 1.8	8.5 ± 2.7
Jóvenes (19% n= 15)	147 ± 17	148 ± 20	146 ± 15	181 ± 25	185 ± 28	176 ± 21	4.3 ± 2.1	4.7 ± 2.3	3.8 ± 1.7
Neonatos (31.6% n= 25)	90 ± 11	91 ± 11	91 ± 11	108 ± 13	109 ± 11	107 ± 14	1.2 ± 0.3	1.1 ± 0.3	1.2 ± 0.2

Condición reproductiva y proporción de sexos

No se encontraron hembras preñadas durante este estudio, ni se observaron conductas de apareamiento, por lo que no fue posible conocer el tamaño de camada ni otros aspectos reproductivos asociados con el mismo. Para saber si la proporción de sexos era diferente a una proporción 1:1 se analizó mediante una prueba de χ^2 cuadrada ($\chi^2 = 0.0028$, GL = 1, P = 0.9577) (fig. 9), la proporción sexual de los individuos observada en la población no fue significativamente diferente a una proporción 1:1 (20 machos y 19 hembras) 1:1.08.

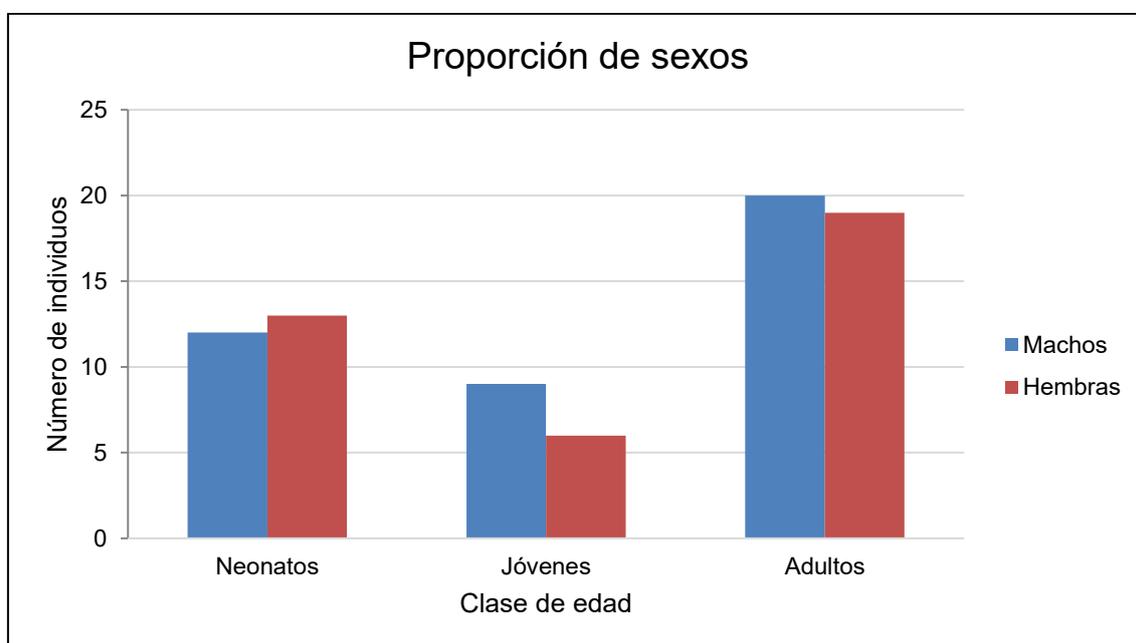


Figura 9. Número de individuos encontrados en cada categoría de talla.

Dimorfismo Sexual

Respecto a la comparación de tallas, masa y número de escamas subcaudales entre sexos, se obtuvieron los siguientes resultados: para la talla (LHC) los machos promediaron 149 ± 43 mm (n = 41) y las hembras promediaron 155 ± 53 mm (n = 38). Para la LT los machos promediaron 180 ± 62 mm (n = 41) y las hembras promediaron 181 ± 62 mm (n = 38). Respecto a la masa también se comparó entre sexos y se obtuvo que los machos promediaron 4.8 ± 3 g. (n = 41), y las hembras promediaron 5.3 ± 3.9 g. (n = 38). En estos rasgos no hay

diferencias significativas. Para la LC los machos promediaron 36 ± 13 mm ($n = 41$) y las hembras promediaron 27 ± 11 mm ($n = 38$). En este rasgo, los machos tienen la cola significativamente más larga que las hembras ($T = -3.35$, G.L. = 77, $P < 0.01$) (tabla 2).

Tabla 2. Promedios y desviación estándar de las tallas, peso, así como los resultados de la pruebas t, el valor significativo se muestra en negritas.

	Hembras	Machos	T	GL	P
LHC (mm)	155 ± 53 mm ($n = 38$)	149 ± 43 mm ($n = 41$)	0.50	77	0.62
LT (mm)	181 ± 62 mm ($n = 38$)	180 ± 62 mm ($n = 41$)	0.10	77	0.92
Masa	5.3 ± 3.9 g ($n = 38$)	4.8 ± 3 g ($n = 41$)	0.61	77	0.54
LC (mm)	27 ± 11 mm ($n = 38$)	36 ± 13 mm ($n = 41$)	-3.35	77	< 0.01

Estimado del tamaño y densidad poblacional

Se realizaron un total de 20 visitas al sitio de estudio, se marcaron un total de 81 individuos y se tuvieron 3 recapturas, debido al bajo número de recapturas se utilizó el Estimado de Petersen modificado por Bailey (1930). Se calculó un tamaño poblacional de 207 individuos con un error estándar de 89 individuos y densidad de 12.4 individuos por ha (tabla 3).

Tabla 3. Resumen del trabajo de campo y estimados del tamaño, densidad y proporción de sexos en una población de *Conopsis lineata* en el ACCE Santiago Tepalcatlalpan.

No. de visitas	No. de individuos marcados	No. Promedio de individuos capturados por salida	No. de recapturas	Tamaño poblacional estimado	Densidad (ind/ha)
20	81	4.05	3	207 EE _N = 89.85	12.4

DISCUSIÓN

Se encontraron más individuos en los meses cálidos y húmedos del año (marzo-septiembre), sin embargo, no hubo correlación con la temperatura ambiental o la precipitación. La mayoría de las especies de serpientes tiene picos de actividad en la época de lluvias y al ser *C. lineata* una serpiente excavadora, se esperaría una fuerte relación entre la precipitación y su abundancia, ya que al tener un cuerpo pequeño pueden sufrir desecación fácilmente (How & Shine 1999), lo cual no se observó en este caso; esto difiere de la población de Los Dínamos donde la abundancia temporal fue mayor en los meses de lluvia, encontrándose correlación entre la precipitación y el número de individuos encontrados (Estrada 2015), no obstante no fue considerada la temperatura; de igual manera, Castañeda y colaboradores (2011), encontraron correlación entre el número de capturas y la precipitación, sin encontrar correlación con la temperatura. En relación a esto, Wilson y Dorcas (2004), observaron picos de actividad en dos especies de serpientes excavadoras en otoño sin correlación entre el número de individuos encontrados con la temperatura o la precipitación; por otra parte, se ha observado que la humedad del suelo puede ser importante para la selección de microhábitat, como es el caso de *Carphophis amoenus*, dado que se han encontrado individuos en un intervalo de 10-83% de humedad del suelo (Orr 2006) y en un trabajo más reciente se encontró en un intervalo de humedad del suelo de 24.5-80% y temperatura de 15-22.4 ° C (Diefenbacher y Pauley 2014).

El hecho de que no se haya encontrado correlación entre precipitación y abundancia de *Conopsis lineata* en la población del ACCE Santiago Tepalcatlalpan y sí en la de Los Dínamos, puede deberse a que la primera es una zona donde se realizan actividades agrícolas, por lo que la humedad del suelo varía en función del riego a los cultivos, disminuyendo la variación de humedad entre la época de lluvias y la de secas, lo que hace que las condiciones ambientales sean favorables para esta especie durante todo el año, para corroborar esta hipótesis sería pertinente evaluar también la humedad del suelo en cada sitio de captura.

Por otra parte, la falta de correlación con la temperatura, puede deberse a que la temperatura mínima registrada fue de 14.3 ° C en los meses de noviembre y

diciembre por lo que el intervalo de variación de este parámetro no es tan pronunciado como para causar cambios en los patrones de actividad en esta población.

Cabe destacar que no se registraron las condiciones del microhábitat, que podrían estar más íntimamente relacionadas con la presencia de estos organismos, sin embargo por cuestiones logísticas en este trabajo suponemos que las condiciones del microhábitat están ligadas directamente con las condiciones ambientales. Sin embargo, para estudios futuros con esta u otras especies de serpientes excavadoras, sugerimos medir la temperatura y humedad del microhábitat en el que se registre a los organismos.

Estructura de tallas

La mayoría de los individuos encontrados fueron adultos representando un 49.4% de las capturas, quedando en segundo lugar los neonatos que alcanzaron un 31.6% y en menor proporción los jóvenes, que constituyeron el 19%; conforme a lo observado por Estrada 2015 los individuos adultos fueron más abundantes que los jóvenes y neonatos, este patrón ya ha sido reportado en serpientes excavadoras (Wilson y Dorcas 2004, Ware 2008, Castañeda *et al.* 2011). La estructura de la población nos puede dar una idea del posible aumento o disminución del tamaño poblacional, el encontrar pocos neonatos y jóvenes podría indicar que la población está disminuyendo, no obstante, estos resultados pueden no representar las frecuencias reales de esta población, ya que en poblaciones estables las clases jóvenes deberían ser predominantes (Mertens 1995). Pese a esto, es probable que los individuos neonatos y jóvenes se encuentren con menor frecuencia ya que se mueven menos que los adultos y pasan mayor tiempo ocultos por lo que este sesgo hacia individuos adultos probablemente se debe a que los hábitos crípticos de esta especie son más marcados en neonatos y jóvenes (Ware 2008).

Es importante señalar que en marzo se encontraron debajo de una roca 9 serpientes juntas, de las cuales 4 eran hembras adultas y el resto individuos neonatos, típicamente las serpientes no muestran signos de cuidados parentales, sin embargo, se han observado cambios en el comportamiento para producir descendencia viable, de igual manera este tipo de comportamientos ya

han sido observados en *Storeria dekayi* donde la agregación de individuos puede ser común en lugares donde los refugios son limitados y/o las condiciones no son óptimas (Smith y Stephens 2003).

Proporción sexual

La proporción sexual observada en individuos adultos no fue diferente de 1:1 ($\chi^2 = 0.0028$, GL = 1, P = 0.9577) lo cual es consistente con lo observado por Estrada 2015, que de acuerdo a la teoría de Fisher (1930) si el costo de producción de machos y hembras es igual, la proporción sexual al nacimiento debe ser 1:1. Aunque no se pudo confirmar la proporción sexual primaria debido a que no se encontraron hembras preñadas, para el caso de los neonatos que se pudo determinar su sexo, la proporción sexual de los individuos no fue diferente de 1:1, por lo que podemos decir que en esta población se cumple con la condición propuesta por Fisher. En muchas especies de serpientes la proporción sexual en adultos no es diferente de 1:1 (Plummer 1997, Pleguezuelos y Fhad 2004, Stanford y King 2004, Ahmadzadeh *et al.* 2011, Pilgrim *et al.* 2011, Chim y Diong 2013). Incluso para el caso de *C. biserialis* (Castañeda *et al.* 2011), la proporción sexual en adultos no fue diferente de 1:1, sin embargo, en el caso de los jóvenes fue de 1:7 desviado a las hembras, que a diferencia de *C. lineata* en el ACCE Santiago Tepalcatlalpan, los jóvenes machos fueron más abundantes que las hembras. En otros estudios de serpientes excavadoras se ha documentado una proporción sexual diferente de 1:1 (How y Shine 1999), para el caso de otras 3 especies excavadoras (a pesar de que no se reporta la proporción sexual) se capturaron más machos que hembras (Wilson y Dorcas 2004). Estos sesgos suelen darse en la proporción de sexos secundaria y pueden ser por diferencias en la mortalidad (Wang *et al.* 2003), también por diferencias en las tasas de crecimiento entre machos y hembras (Smith y Stephens 2003); sin embargo, estos sesgos en muchos casos son temporales y se asocian a las diferencias de comportamiento entre sexos ya que se ha observado en muchas especies de serpientes que los machos son más activos en la temporada de apareamiento, a diferencia de las hembras que son más activas en la vitelogénesis, asimismo las hembras grávidas buscan temperaturas más altas

para reducir el periodo de gestación (Marques 1996, Mao 2003, Winne *et al.* 2005, Todd *et al.* 2008, Ware 2008, Pisani 2009).

Dimorfismo sexual

Se observó que existe dimorfismo sexual en la cola, siendo las hembras las que tienen una cola significativamente más corta que los machos, en el caso de la LHC y peso las hembras fueron más grandes y pesadas que los machos, pero estas diferencias no fueron significativas. Esta condición fue observada en la población de *C. lineata* en Los Dínamos, así como en *C. biserialis*, además de observar, de manera significativa, un mayor número de escamas subcaudales en machos.

En otras especies de serpientes excavadoras también se han observado estas diferencias entre sexos, donde el tamaño de la cola es significativamente más grande en los machos; además, en especies como *Virginia valeriae*, *Storeria dekayi* y *Carphophis amoenus* se ha observado que las hembras son significativamente más grandes en su LHC y más pesadas que los machos (Braz *et al.* 2014, Wilson y Dorcas 2004, Todd *et al.* 2008, Pisani 2009, Diefenbacher y Pauley 2014, Riedle 2014).

Este dimorfismo se ha observado en muchas especies de serpientes, en un estudio en 55 especies de serpientes, se encontró que, en todos los casos, el tamaño de la cola era mayor en machos (Clark 1966), este es un rasgo biológico importante que afecta el éxito del apareamiento en los machos, ya que el tener una cola más larga provee espacio para tener hemipenes más grandes y aumenta la habilidad de los machos de obtener parejas (Shine *et al.* 1999); esta diferencia en el tamaño de la cola entre machos y hembras es más marcado en las especies excavadoras (Clark 1966). Para el caso de las hembras que presentan mayor LHC y peso se ha observado que hembras más grandes producen descendencia en mejores condiciones al nacer y mayor probabilidad de supervivencia, así como un tamaño de puesta más grande, lo que les da ventaja sobre las hembras más pequeñas (Manjarrez *et al.* 2014).

Tamaño poblacional y densidad

Se capturaron 81 individuos con solo 3 recapturas, a partir de estos datos el estimado del tamaño poblacional fue de 207 ± 89 individuos, el tamaño de la población fue mayor en comparación con la población de Los Dínamos, no obstante, debido al bajo número de recapturas el margen de error fue amplio por lo que el estimado es poco confiable (Pisani y Busby 2014), lo que demuestra la dificultad de estudiar serpientes con hábitos excavadores. La densidad en este estudio fue de 12.4 ind/ha, que es muy baja en comparación con lo reportado por Estrada (2015) de 400 ind/ha; para el caso de otras serpientes excavadoras, la densidad observada en *S. dekayi* alcanza 24.4 ind/ha y para *V. valeriae* de 18.3 ind/ha consideradas densidades bajas (Pisani 2009). Estas bajas densidades están relacionadas al uso del suelo histórico en la zona, las prácticas como quemas controladas para preparar el terreno para cultivo, así como los cultivos mismos, disminuyen la humedad del suelo y destruyen partes de las madrigueras utilizadas por estas serpientes (Pisani 2009), este tipo de prácticas fueron observadas en el área de muestreo. De igual manera, el material pétreo de la zona es utilizado para delimitar terrenos de cultivo o para estabilizar taludes; al haber baja pedregosidad, los sitios favorables que podrían utilizar las serpientes para termorregular y construir madrigueras están limitados, lo que puede generar una distribución en parches donde se encuentren agregados varios individuos en los túneles de una gran madriguera, evitando los sitios con menor humedad y mayor actividad agrícola. Caso contrario se observó en la población de Los Dínamos donde *C. lineata* fue muy abundante en un área de menor superficie, esto podría indicar que el área estudiada no presentaba actividades humanas de manera tan intensiva como fue observado en el ACCE Santiago Tepalcatlalpan, o bien, que las condiciones de la matriz que rodeaba a la población eran poco adecuadas y por tanto los organismos se agregaban en zonas relativamente pequeñas.

Por otro lado, la baja tasa de recapturas obtenidas en este trabajo nos hace considerar que probablemente exista una migración entre las áreas abiertas (donde se realizó la búsqueda de las serpientes) y las zonas boscosas contiguas a estas. Al no considerar la zona de bosque en los muestreos no se pudo constatar esta migración, sin embargo, estas zonas al mantener mejor la

humedad y no presentar indicios de actividad humana, son adecuadas para que los organismos de estudio desarrollen sus diferentes actividades. Por lo tanto, es probable que los individuos estén ocupando el área boscosa para forrajear y sólo utilicen las áreas abiertas con mayor pedregosidad para termorregular.

CONCLUSIONES

- No se encontró correlación entre la precipitación y temperatura con la actividad de estas serpientes, el intervalo de variación de este parámetro no es tan pronunciado como para causar cambios en los patrones de actividad en esta población, por lo que sería probable encontrarla en los meses más fríos del año
- La estructura de tallas está desviada hacia los adultos, es posible que la probabilidad de encontrar neonatos y jóvenes sea menor, ya que son menos activos que los adultos.
- La proporción sexual no fue diferente de 1:1, esto es consistente con lo reportado para la mayoría de serpientes excavadoras,
- Se encontró que existe dimorfismo sexual en el tamaño de la cola. También fue evidente que las hembras son más grandes y pesadas; sin embargo, dichas diferencias no son significativas.
- El tamaño poblacional fue de 207 ± 89 individuos y la densidad de 12.4 ind/ha que es una densidad baja, comparada con las reportadas en el grupo de las serpientes excavadoras.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmadzadeh, F., Carretero, M. A., Mebert, K., Faghiri, A., Ataei, S., Hamidi, S. y Böhme, W. 2011. Preliminary results on biological aspects of the grass *Natrix natrix* in the southern coastal area of the Caspian sea. *Acta Herpetologica* 6(2): 209-221.
- Bailey, N.T.J. 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38: 293–306.
- Beaupre, S. J. y Douglas, L. A. 2009. Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. En: Mullin, S. J. y Siegel, R. A. (Eds.). 2009. *Snakes: ecology and conservation*. Cornell University. U.S.A. pp 244-261.
- Blanchatrd, F. N. y Finister, E. B. 1933. A method of marking living snakes for future recognition, with the discussion of some problems and results. *Ecology* 14(4):334-347.
- Blouin-Demers, G., Prior, K. A. y Weatherhead, P. J. 2002. Comparative demography of black rat snakes (*Elaphe obsoleta*) in Ontario and Maryland. *Journal of Zoology* 256:1-10.
- Bonnet, X., Naulleau, G. y Shine, R. 1999. The dangers of living home: dispersal and mortality on snakes. *Biological Conservation* 89: 39-50.
- Braz, H. E., Kasperoviczus, K. y Almeida-Santos, S. M. 2014. Reproductive ecology and diet of the fossorial snake *Phalotris lativittatus* in the Brazilian Cerrado. *Herpetological Journal* 24: 49-57.
- Calderón-Mandujano, R. R., Galindo Leal, C. y Cedeño Vázquez, J. R. 2008. Utilización de hábitats por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. *Acta de zoología mexicana* 24(1):95-114.
- Canseco-Márquez, L. y Gutiérrez-Mayén, M. G. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. CONABIO. México. pp 210-212.

- Castañeda-González, O., Manjarrez, J. Goyenechea, I. y Fajardo, V. 2011. Ecology of a population of the earthsnake *Conopsis biserialis* in the Mexican Transvolcanic Axis. *Herpetological Conservation and Biology* 6(3): 364–371.
- Chim, C. K. y Diong, C. H. 2013. A mark-recapture study of a dog-faced water snake *Cerberus schneiderii* (Colubridae: Homalopsidae) population in Sungei Buloh wetland reserve, Singapore. *The Raffles Bulletin of Zoology* 61(2): 811-825.
- Clark, D. R. 1966. Notes on sexual dimorphism in tail-length in american snakes. *Transaction of the Kansas Academy of Science* 69(3): 226-232.
- Clobert, J., Garland, T. y Barbault, R. 1998. The evolution of demographic tactics in lizards: a test of some hypotheses concerning life history evolution. *Journal of Evolutionary Biology* 11: 329-364.
- Diefenbacher, E. H. y Pauley, T. K. 2014. Notes on the distribution and natural history of the eastern wormsnake (*Carphophis amoenus amoenus*) In West Virginias. *IRCF Reptiles & Amphibians* 21(4):120-124.
- Estrada, L. F. 2015. Análisis demográfico de *Conopsis lineata* (Serpentes: Colubridae) en el Parque y Corredor Ecoturístico Los Dínamos, Distrito Federal, México (Tesis de Licenciatura). UNAM. México. pp 48.
- Fisher, R. A. (1930) The genetical theory of natural selection. Oxford University Press. Londres. pp. 321.
- Goyenechea Mayer, I. 1999. Filogenia del género *Conopsis* Günther (Serpentes: Colubridae). Universidad Nacional Autónoma de México, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No.H127. México D. F. (Edición digital: CONABIO 2006).
- Goyenechea, I. y Flores-Villela, O. 2002. The taxonomic status of the snake genera *Conopsis* and *Toluca* (Colubridae). *Journal of Herpetology* 36:92-95.

- Goyenechea, I. y Flores-Villela, O. 2006. Taxonomic summary of *Conopsis*, Günther, 1858 (Serpentes: Colubridae). *Zootaxa* 1271: 1–27.
- Goyenechea, I. 2009. Relaciones filogenéticas de las serpientes del género *Conopsis* con base en la morfología. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 721- 725.
- How, R. A. y Shine, R. 1999. Ecological traits and conservation biology of five fossorial “sand-swimming” snake species (*Simoselaps*: Elapidae) in south-western Australia. *Journal of Zoology* 249: 269-282.
- Huey, R. B., Pianka, E. R. y Schoener, T. W. (Eds.). 1983. Lizard Ecology: studies of a model organism. Harvard University Press. Cambridge. Pp 501.
- Hyslop, N. L., Stevenson, D. J., Macey, J. N., Carlile, L. D., Jenkins, C. L., Hostetler, J. A. y Oli, M. K. 2011. Survival and population growth of a long-lived threatened snake species, *Drymarchon couperi* (Eastern Indigo Snake). *Population Ecology* 54:145–156.
- Lemos-Espinal, J., Rojas-González, R. y Zuñiga-Vega, J. Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre. 2005. UNAM, CONABIO, México, D. F. pp. 157.
- Lind, A. J., Welsh, H. H. y Tallmon D. A. 2005. Garter snake population dynamics from a 16-year study: considerations for ecological monitoring. *Ecological applications* 15(1): 294-303.
- Mandujano-Rodríguez, S. 2012. Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. En: Gallina–Tessaró, S. y C. López–González (Eds.). 2012. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–Semarnat. México, D.F. pp. 41-59.
- Manjarrez, J., Contreras-Garduño, J. y Kzysztóf, M. 2014. Sexual size dimorphism, diet and reproduction in the Mexican garter snake, *Thamnophis eques*. *Herpetological Conservation Biology* 9(1):163-169

- Mao, J. J. 2003. Population ecology of genus *Sinonatrix* in Taiwan (Tesis de Doctorado) Universidad de Trier. Alemania. Pp.155.
- Marques. O. A. 1996. Reproduction, seasonal activity and growth of the coral snake, *Micrurus corallines* (Elapidae), in the southeastern Atlantic forest in Brazil. *Amphibia-Reptilia* 17: 277-285.
- Mertens, D. 1995. Population structure and abundance of grass snake, *Natrix natrix*, in central Germany. *Journal of Herpetology* 29(3): 454-456.
- Miller, D. A., Clark, W. R., Arnold, S. J. y Bronikowski, A. M. 2011. Stochastic population dynamics in populations of western terrestrial garter snakes with divergent life histories. *Ecology*. 92(8): 1658-1671.
- Mullin, S. J. y Siegel, R. A. 2009. Snakes: ecology and conservation. Cornell University. USA. pp. 365.
- Orr, J. M. 2006. Microhabitat use by the eastern worm snake, *Carphophis amoenus*. *Herpetological Bulletin* 97: 29-35.
- Pianka, E. R. y Vitt, L. J. 2003. Lizards: Windows to the evolution of diversity (3erd. Ed.). University of California Press. USA. pp. 333.
- Pilgrim, M. A., Farrell, T. M., May, P. G., Vollman, M.R. y Seigel, R. A. 2011. Secondary sex ratio on six snake species. *Copeia* 4: 553-558.
- Pisani, G. R. 2009. *Virginia valeriae* and *Storeria dekayi* in a northeast Kansas grassland community: ecology and conservation implications. *Journal of Kansas Herpetology* 32: 20-36.
- Pisani, G. R. y Busby, W. H. 2014. Ecological studies of the smooth earth snake (*Virginia valeriae*) and redbelly Snake (*Storeria occipitomaculata*) in eastern Kansas. Open-file Report No. 179. Kansas Biological Survey, Lawrence, KS. 62 pp.
- Pleguezuelos, J. M. y Fahd, S. 2004. Body size, diet and reproduction of *Coluber hippocrepis* in the rif (Northern Morocco). *Amphibia-Reptilia* 25: 287-302.

- Plummer, M. V. 1985. Demography of green snake (*Opheodris aestivus*). *Herpetologica* 41(4): 373-381.
- Plummer, M. V. 1997. Ecology of green snakes Demography of green snake (*Opheodris aestivus*) revisited. *Herpetological Monographs* 11: 102-123.
- R Development Core Team 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation For statistical computing. Vienna, Austria.
- Riedle, J. D. 2014. Demography of an urban population of ring-necked snakes (*Diadophis punctatus*) in Missouri. *Herpetological Conservation and Biology* 9(2):278-284.
- Sánchez, O. 2011. Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. En: Óscar Sánchez, Pablo Zamorano, Eduardo Peters y Héctor Moya (Eds.). 2011. *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Instituto Nacional de Ecología (INE), U.S. Fish and Wildlife Service (USF&WS), Unidos para la Conservación, A.C. (UPC), Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). México, D. F. pp. 83-120.
- Shine, R., Olson, M. M., Moore, I. T., LeMaster, L. P. y Mason, R. T. 1999. Why do male snakes have longer tails than females? *Proceedings of The Royal Society of London* 266:2147-2151.
- Shine, R., Branch, W. R., Harlow, P. S., Webb, J. K. y Shine, T. 2006. Biology of burrowing asps (Atractaspididae) from Southern Africa. *Copeia* (1): 103-115.
- Siegel, R. A., Collins, J. T. y Novak, S. S. 1987. Snakes: ecology and evolutionary biology. The Blackburn Press. USA. pp 529.
- Smith, B. E., y Stephens, N. T. 2003. Conservation assessment for the redbelly in the Black Hills National Forest South Dakota and Wyoming. United States Department of Agriculture. Forest Service. Estados Unidos. Pp 21.

- Stanford, K. M. y King, R. B. 2004. Growth, survival and reproduction in a northern Illinois population of the plains garter snake, *Thamnophis radix*. *Copeia* 3: 465-478.
- Tinkle, D. W. y Dunham, A. E. 1983. Demography of the tree lizard *Urosaurus ornatus*, in central Arizona. *Copeia* 1: 585-598.
- Todd, B.D. y Andrews, K. M. 2008. Response of a reptile guild to forest harvesting. *Conservation biology* 22(3): 753-761.
- Todd, B.D., Wilson, J. D., Winne, C. T. y Gibbons, J. W. 2008. Aspects of the ecology of the earth snakes (*Virginia valeriae* and *V. striatula*) in the Upper Coastal Plain. *Southeastern Naturalist* 7(2):349-358.
- Uribe, M. C., González-Porter, G., Palmer, D. B. y Guillette, L. J. 1998. Cyclic histological changes of the oviductal-cloacal junction in the viviparous snake *Toluca lineata*. *Journal of Morphology* 237(2): 91-100.
- Vitt, L. J. y Caldwell, J. P. 2009. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Elsevier. USA. pp. 713.
- Vitt, L. J. 2013. Walking the natural-history trail. *Herpetologica* 69(2):105-117.
- Wang, S., Lin, H. C. y Tu, M. C. 2003. Skewed sex ratio of the chinese green tree viper *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*, at Tsaochiao, Taiwan. *Zoological Studies* 42(4): 379-385.
- Ware, D. 2008. The Natural History and Distribution of the Mountain Earthsnake (*Virginia valeriae pulchra*) in West Virginia (Tesis de Maestría). Marshall University. Estados Unidos. Pp 60.
- Wilson, J. D. y Dorcas M. E. 2004. Aspects of the ecology of small fossorial snakes in the western piedmont of North Carolina. *Southeastern Naturalist*. 3(1): 1-12.
- Winne, C. T., Dorcas, M. C. y Poppy, S. M. 2005. Population structure, body size, and seasonal activity of black swamp snakes (*Seminatrix pygaea*). *Southeastern Naturalist* 4(1): 1-14.