



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**ECOLOGIA TERMICA Y DIMORFISMO SEXUAL EN
LAS ESPECIES DE CULEBRAS, *Conopsis biserialis* y
Conopsis lineata.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

Al yibb Marthin Vázquez Castro



DIRECTOR DE TESIS: Dr. MANUEL FERIA ORTIZ

México D.F.

Noviembre de 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ZARAGOZA”

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.**

Comunico a usted que el alumno **VÁZQUEZ CASTRO AL YIBB MARTHIN**, con número de cuenta **303323563**, de la carrera de Biología se le ha fijado el día **08** del mes de **noviembre** de 2011 a las **14:00 hrs.** para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

- PRESIDENTE DR. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ
- VOCAL M. EN C. MANUEL FERIA ORTIZ.
- SECRETARIO DR. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ
- SUPLENTE M. EN C. MARÍA DE LAS MERCEDES LUNA REYES
- SUPLENTE BIÓL. YOLANDA CORTÉS ALTAMIRANO

[Handwritten signatures of the jury members]

El título de la tesis que presenta es: **ECOLOGÍA TÉRMICA Y DIMORFISMO SEXUAL EN LAS ESPECIES DE CULEBRAS, *Conopsis biserialis* y *Conopsis lineata*.**

Opción de titulación: tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
México, D. F., a 26 de octubre de 2011.

[Handwritten signature of Dr. Víctor Manuel Mendoza Núñez]
Dr. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ
DIRECTOR

ZARAGOZA
DIRECCIÓN

[Handwritten signature of Dr. Carlos Castillejos Cruz]

RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. BO.
Dr. CARLOS CASTILLEJOS CRUZ
JEFE DE CARRERA

Agradecimientos

Al "Prof", Dr. Manuel Feria Ortiz, director de esta tesis por su ayuda prestada con sus comentarios, en las salidas al campo y elaboración de los datos, y por haberme enseñado a investigar. Sin él no hubiera sido posible este trabajo.

A mis padres por darme la oportunidad de haber podido hacer siempre lo que quise. Ellos me educaron para ser como soy, y sobre todo para que no me dejara descansar en los conductores del rebaño.

A los revisores y sinodales: Biol. Yolanda Cortez Altamirano, M en C. Ma. De las Mercedes Luna Reyes, Dr. José Luis Gómez Márquez y Dr. A. Alfredo Bueno Hernández, por cada una de las sugerencias dadas y observaciones hechas al presente trabajo, que en gran medida contribuyeron a que luciera mejor.

Al amor de mi vida, Nini, que sin su apoyo, compañía y amor no habría podido salir adelante en este camino de lucha y contradicciones, porque te amo y ese amor siempre me empujó a seguir luchando contra todo y todos, porque no hay una flor que tenga un olor tan suave, porque respiro tu aroma y tu siento dentro de mí, gracias por llenar de luz y alegría cada uno de mis días. Por haber hecho esta etapa de mi vida la más feliz y grande del universo. Por ser el pilar de mi vida y mi mejor amiga. Por este amor tan grande, inmenso, inexplicable, contradictorio, inconfesable, por los estados de ánimo y cambios de humor, por complementar mis defectos y yo los suyos, por el tiempo, por el mundo que no entiendo, por la incoherencia de mis actos, por este amor inconsciente, irresponsable, espontáneo, irracional, improvisado, misterioso, milagroso, que ha mejorado lo peor de mí, porque te amo con un cuerpo que no piensa, con un corazón que no razona, incomprensiblemente y por muchas cosas más, sin preguntarme porque te amo, sin importarme ni cuestionarme porque te amo, por instinto, por impulso simple y sencillamente te amo... Gracias.

A mi abuelita Juanita †, que siempre me acompaña, en todo momento y su recuerdo me llenaba de alegría.

A todas las personas del Museo de zoología por ser amables, compañeros y ayudarme cientos de veces en todo lo necesario y lo imposible. Gracias, Olivio, Gabriel, Abigail, Ana Iris, Mixtli, Sara, Toño, Mayra, Mares y Laura., que fueron colegas del curso de laboratorio de titulación más divertido que hice, y los bedeles y demás gente de la administración siempre han sido muy competentes y tolerantes conmigo.

Los dueños de los bares y tugurios a los que tantas veces, asistí con la palomilla a festejar y sufrir por todo lo ganado y perdido. Gracias a ellos no hemos perdido nuestro equilibrio osmótico y si hemos ganado algunos kilos de barriga.

Además de todo, las tesis son en gran parte miles de días de burocracia y papeleos. Sin la enorme ayuda de todos en estos fatigosos trámites no creo que hubiera sido capaz de conseguir descifrar "el misterio del papel amarillo".

No quiero olvidarme de otras personas que también han contribuido de alguna manera para que esto acabara. Mis amigos (Donovan, Angel, Jois, Rafa, Viri, Liliana, Chucho, Augusto, Sharemi, Jen, Jorge, el Erick y el tubos), amigos que siempre han estado conmigo y han aguantado mis histerias; Carapia, Ivan Beto, Alfredo, Manju, el Viejito, Muñeca, Tona, Verito, el Skele, la Flaca y todos los amigos del Cubo, siempre han estado cerca; y también a los compañeros de facultad y amigos.

No quiero recordar a ciertas personas. Sólo recomendarles que se lean esto. Y ya está.

Como se puede leer, esta tesis ha sido posible gracias a una labor de equipo, y a la ayuda y colaboración de todas estas personas y más que seguro he olvidado. A todos, Gracias

... y después de sacrificios, regaños, desvelos y dificultades... si se pudo...

Esto es para ti...

Índice

Introducción.....	1
Descripción de las especies.....	4
Justificación.....	7
Objetivos.....	9
Descripción del área de estudio.....	9
Material y métodos.....	14
Resultados.....	17
Análisis de resultados.....	39
Conclusiones.....	47
Literatura citada.....	48

Introducción

La temperatura es uno de los factores más importantes en la determinación de la ecología, fisiología y comportamiento de los reptiles; al igual que otros organismos ectotermos, necesitan de fuentes de calor externo para calentar y elevar la temperatura de sus cuerpos (Huey, 1982). Por lo común sus capacidades fisiológicas y de comportamiento disminuyen marcadamente cuando la temperatura de sus cuerpos es baja. Estas capacidades también se ven negativamente afectadas en temperaturas corporales relativamente altas. Por esta razón, para los reptiles es de vital importancia alcanzar temperaturas corporales adecuadas para que puedan realizar óptimamente sus actividades básicas (Huey, 1982).

La mayoría de los reptiles regulan la temperatura de sus cuerpos, esto es, realizan actividades y procesos que mantienen su temperatura dentro de ciertos límites. La eficiencia con la cual un reptil regula su temperatura corporal varía de especie a especie, algunas regulan activamente su temperatura corporal y la mantienen dentro de intervalos muy estrechos. Esta regulación involucra tanto ajustes de comportamiento como fisiológicos. Contrariamente, otras especies son más termoconformistas, es decir, la temperatura de sus cuerpos varía con la temperatura de su hábitat y no realizan comportamientos termorregulatorios (Huey, 1982).

Algunos estudios han definido el término de temperatura preferida bajo dos criterios: Primero, en el laboratorio, la temperatura preferida es la temperatura corporal seleccionada voluntariamente por el organismo bajo un gradiente térmico y en condiciones naturales, la "temperatura preferida" representa la media de todos los registros obtenidos de temperatura corporal de animales que emergen y se retraen de sus madrigueras (Cowles y Bogert, 1944). Es claro que la temperatura corporal preferida bajo condiciones naturales puede no ser la misma que la temperatura corporal preferida en un gradiente térmico bajo condiciones de laboratorio.

Las serpientes, al igual que todos los reptiles, son animales ectotermos y por lo tanto, la temperatura interior de sus cuerpos varía por influencia de la temperatura de su ambiente. También, al igual que otros reptiles pueden regular activamente su temperatura corporal con el fin de evitar temperaturas extremas. La regulación puede incluir cambios

en la posición corporal, con el fin de alterar la exposición a los rayos del sol y movimientos hacia el sol o hacia la sombra, entre otros (Heatwole, 1976).

Algunas especies de serpientes son activas en intervalos de temperaturas corporales muy amplias, por ejemplo, Moore (1978) reportó que los intervalos de temperaturas de actividad de las serpientes de cascabel *Crotalus cerastes* y *Crotalus mitcheli* fueron de 13.3 a 40.8 °C y de 18.8 a 39.3 °C, respectivamente. Otras especies poseen intervalos de actividad estrechos, por ejemplo, la culebra *Masticophis lateralis* es activa en temperaturas de 33.0 a 34.1 °C (Hamerson, 1979). Un caso intermedio es el de algunas especies del género *Thamnophis* las cuales mientras se encuentran fuera de sus madrigueras mantienen temperaturas corporales de entre 20 y 30 °C (Carpenter, 1956). Huey y Slatkin (1976) resaltaron que la precisión con la cual un reptil, tal como una serpiente, regule su temperatura corporal, depende de los costos y beneficios asociados a la termorregulación. Por ejemplo, muchas serpientes son de hábitos “ocultos”, esto es, buscan alimento entre la hierba y se ocultan en hoyos existentes en el suelo, o bien debajo de objetos que se encuentran en el mismo (troncos, rocas, maderas, etc.). Sus hábitos por lo tanto las obligan a vivir en ambientes térmicamente desfavorables y han evolucionado intervalos de temperatura amplios con el fin de ajustarse a sus condiciones de vida (Lueth, 1941).

El intervalo de temperaturas corporales que mantiene una especie de serpiente varía geográficamente con la temperatura ambiental. Cuando la temperatura de un área es alta, las serpientes que habitan en la misma tienden a tener temperaturas corporales relativamente altas. Asimismo, las especies que viven en ambientes fríos o templados comúnmente exhiben intervalos de temperatura más bajos que las que viven en áreas con clima tropical (Lueth, 1941; Carpenter, 1956; Peterson, 1987). La precisión con la cual una serpiente regula la temperatura de su cuerpo puede depender de su condición, por ejemplo, las serpientes hembras grávidas comúnmente termorregulan de manera más precisa y prefieren temperaturas corporales diferentes de las de los machos o hembras no grávidas (Blouin-Demers y Weatherhead, 2001).

Las temperaturas corporales por arriba del límite máximo del intervalo de temperaturas de actividad comúnmente son perjudiciales para las serpientes. En el caso de algunas especies de culebras se sabe que cuando exceden el límite máximo de este intervalo tienden a la agresividad, disminuyen la coordinación de sus movimientos y tienden a la inactividad (Carpenter, 1956; Brattstrom, 1965; Stewart, 1965). Por otro lado,

cuando en condiciones de laboratorio se somete a las culebras dentro de gradientes térmicos con altas temperaturas, de modo que adquiriera temperaturas corporales muy altas, estas pueden sufrir algún daño e incluso la muerte (Lueth, 1941; Bailey, 1949; Stewart, 1965), en tal caso se dice que han alcanzado temperaturas letales. Por el contrario, las temperaturas corporales por debajo del límite inferior del intervalo de temperaturas de actividad, tienden a estimular la inactividad de las serpientes (Lueth, 1941; Carpenter, 1956; Stewart, 1965).

La temperatura corporal puede determinar el éxito o fracaso de la actividad de búsqueda de alimento y depredadora de las culebras. Sin embargo, aún se conoce poco acerca de la relación entre la temperatura y la actividad de las serpientes; solo algunos autores han realizado aproximaciones al observar la dependencia entre la temperatura corporal y las funciones conductuales y fisiológicas relacionada con la actividad (Cowles y Bogert, 1944). La dependencia térmica para la captura de presas se demostró en la culebra *Pituophis catenifer*, donde se observó que la culebra tuvo mayor éxito de captura y menor tiempo de manipulación de sus presas a una temperatura alta (27°C) que a una temperatura más baja (18°C) (Greenwald, 1974).

Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es un fenómeno común dentro de los reptiles y se puede observar en el patrón de coloración. En muchas especies de lagartijas los machos exhiben colores vistosos (Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril, 2004). En algunas especies los machos desarrollan estructuras secundarias que no poseen las hembras. Los colores vistosos y la presencia de estructuras conspicuas comúnmente tiene una doble función: atraer a las hembras y en especies territoriales, advertir a otros machos rivales acerca de la posesión de algún territorio (Fitch, 1981). También es común el dimorfismo sexual en el tamaño y la forma del cuerpo. En la mayoría de las especies en las que se ha detectado dimorfismo sexual en tamaño el macho es más grande que la hembra, si bien lo contrario también puede ocurrir. El tamaño corporal puede tener diferentes ventajas, como por ejemplo, los machos más grandes pueden vencer a machos rivales relativamente más pequeños y de este modo tener mayor acceso a las hembras. También es común el dimorfismo en la forma del cuerpo (Fitch, 1981).

Numerosos estudios han tratado de comprender el significado evolutivo del dimorfismo sexual en los reptiles. Estos trabajos muestran las posibles explicaciones de

porque ocurre el dimorfismo sexual en reptiles. En algunos casos se ha resaltado la importancia de la selección sexual (las hembras pueden preferir machos con un tamaño corporal más grande), en otros la acción de la selección natural (el tamaño corporal grande puede ofrecer una ventaja de supervivencia al organismo) (Kapfer, 2009).

El combate entre machos por oportunidades de apareamiento se da en algunos grupos de serpientes (Shaw 1951; Shine 1978, 1994). Una explicación de por qué ocurre dimorfismo sexual en tamaño en algunas especies de serpientes es que la selección sexual favorece a los machos grandes y que los machos de mayor tamaño son más competitivos en combates por oportunidades de apareamiento (Darwin, 1871; Shine, 1994; Gibbons, 1972). Shine (1994), también da una lista de otras explicaciones de por qué el dimorfismo sexual puede ocurrir en las serpientes.

En el caso de algunas serpientes el dimorfismo sexual es más bien moderado o imperceptible. En algunos casos es tan extremo, que casi es imposible reconocer el sexo si no es por exteriorización del pene o de su vaina. Sin embargo, hay casos opuestos tal como el dimorfismo que presenta la Langaha de Madagascar; en las que la punta del hocico se prolonga en los dos sexos en una especie de pico de ave, pero que en las hembras es foliáceo y muy diferente de la condición observada en los machos (Fontanillas et al, 1999). Las serpientes hembras son generalmente más largas y pesadas que los machos, y a menudo de una forma muy marcada. Asimismo, el macho de la culebra de collar (*Natrix natrix*) raramente sobrepasa la longitud de 1,07 m, mientras que la hembra puede alcanzar 1,75; en la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*), el macho mide 1 m y la hembra 1,75 m (Fontanillas et al, 1999).

Especies de estudio

Se estudiaron dos especies de culebras del género *Conopsis*: *C. biserialis* y *C. lineata*. Al igual que la mayoría de las especies de este género, estas especies se encuentran principalmente en bosques de pino encino, entre los 1700 a 3200 msnm. Son especies de talla pequeña, aproximadamente de 300 mm de longitud hocico- cloaca y se reconoce por varias características de escamas y coloración, pero sobre todo por poseer un surco por lo menos en 1 de los 3 últimos dientes maxilares (Goyenechea y Flores-Villela, 2002). A continuación se presentan algunos datos biológicos de estas especies.

Conopsis biserialis. Se distribuye a lo largo del centro-suroeste mexicano, y la cordillera volcánica desde Jalisco, hacia el este a través de Guanajuato, Michoacán, Estado de México, Morelos, Distrito Federal, Hidalgo y Puebla (posiblemente también en Tlaxcala), hacia el norte hasta Querétaro, pero no ha sido oficialmente descrita en esas latitudes (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Se le puede encontrar en zonas rocosas, bosques de pinos, bosques de niebla en una elevación de 1700 a 3080 msnm, aunque es más común encontrarlas en áreas abiertas o claros dentro del bosque; se les encuentra debajo de rocas y troncos, así como en sus “madrigueras” que consisten en un “hoyo” con varios túneles (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Conopsis biserialis es una serpiente muy tranquila y tímida (Fig. 1). Los adultos miden de 18 a 20 cm de longitud promedio, sin embargo, puede alcanzar hasta 30 cm de longitud. Parece ser abundante en todo su rango de distribución; raramente se les encuentra durante las horas de luz solar, aunque en las mañanas se les puede encontrar calentándose sobre una roca para posteriormente desaparecer por el resto del día. Durante la primavera son más activas al atardecer, aunque se les considera de hábitos nocturnos, pues normalmente salen al ponerse el sol. Esta especie es vivípara, las crías nacen durante la temporada de lluvias entre julio y agosto. Gusta de permanecer bajo las rocas y/o troncos caídos (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Su alimentación se basa en invertebrados como grillos, algunas orugas, larvas que encuentran enterradas, pero también comen ocasionalmente lagartijas del género *Plestiodon* y pequeñas ranas *Hyla*. Probablemente también coman pequeños roedores, pero no ha sido documentado (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Esta especie se encuentra incluida como una especie amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La densidad poblacional está disminuyendo en muchas áreas debido a que la actividad humana está acabando con su hábitat, lo cual las obliga a buscar sustento en áreas urbanas, donde la gente tiende a matarlas solo por el hecho de ser serpientes.



Figura 1. *Conopsis biserialis* (Foto. Manuel Feria Ortiz)

Conopsis lineta. (Fig.2) es una especie de amplia distribución, que se encuentra desde Durango y San Luis Potosí hacia el sur por la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, respectivamente, hasta la meseta mexicana y la cordillera volcánica y por el sur hasta las tierras altas del noroeste de Oaxaca y se distribuye a una altitud de 1750-3100 m (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Se encuentra en una amplia variedad de hábitats, desde las montañas en bosques de pino, encino, pino-encino, oyamel y bosques nublados de montaña. Es muy común encontrarla por debajo de rocas, troncos y desechos de basura, pero también se puede encontrar en cruces de caminos (Canseco y Gutiérrez, 2010).

Al igual que otros miembros del género *Conopsis*, esta serpiente es abundante a lo largo de su rango geográfico. Es diurna y nocturna estacionalmente, pero rara vez se encuentra en el exterior durante el día. Las presas son invertebrados, probablemente lagartos (en particular el género *Plestiodon*), ranas pequeñas (como *Hyla*) y roedores pequeños también pueden ser consumidos. *C. lineata* parece ser más activa durante la temporada de lluvias de verano (junio-septiembre). Esta especie es ovovivípara y, probablemente, da a luz a una camada durante la temporada de lluvias de verano (julio/agosto) (Canseco y Gutiérrez, 2010).



Figura 2. *Conopsis lineata* (Foto. Manuel Feria Ortiz).

Justificación

Hasta hace poco, los estudios sobre la termorregulación de los reptiles se han ocupado principalmente en lagartos. El interés en la termorregulación de las serpientes se ha incrementado en los últimos años, pero la mayoría de los estudios se han limitado a las familias Boidae, Colubridae y Elapidae y de manera puntual a ciertas especies. Esto es, estos estudios están muy limitados dejando fuera a muchas especies como son las del género *Conopsis*.

Desde el trabajo pionero de Cowles y Boger (1944), en donde reportaron que las lagartijas de desiertos regulan activamente su temperatura corporal, la termorregulación se ha convertido en uno de los temas principales dentro de la herpetología y actualmente el conocimiento ha crecido considerablemente. Sin embargo, aún hay especies pobremente estudiadas o que no han sido estudiadas en absoluto. Por otra parte, como se señaló arriba, es notable el hecho de que la mayoría de los estudios de termorregulación se han realizado principalmente con lagartijas. La razón principal es que por su tamaño y hábitos las lagartijas son más fáciles de observar, capturar y/o manipular que las serpientes. Por otro lado, muchas serpientes son de hábitos secretivos y esto hace que sea muy difícil observarlas en actividad. En gran parte por esta razón se conoce muy poco acerca de la biología de este grupo de serpientes. Tal es el caso de especies del género *Conopsis*, como *C. biserialis*, y *C. lineata* las cuales a pesar de ser endémicas

de México, relativamente abundantes y ampliamente distribuidas, han sido poco estudiadas.

Hasta la fecha no hay información acerca de la biología térmica de estas especies. Esto puede deberse principalmente a sus hábitos secretivos, es decir, estas especies realizan sus actividades cotidianas debajo de la hojarasca, rocas, restos de corteza y otros escombros que se encuentran sobre el suelo y difícilmente se les ve en lugares abiertos. Se han reportado solo notas aisladas que hacen referencia a otros aspectos de su biología, por ejemplo, en un trabajo aislado Greer (1966) detectó embriones en distintos grados de desarrollo en algunas especies del género *Conopsis* y en el presente trabajo se pretende aportar información sobre algunos aspectos dimorfismo sexual y biología térmica de dos especies de *Conopsis*, *C. biserialis* y *C. lineata*.

Además de ser de los primeros trabajos en proporcionar datos biológicos de algunas especies de *Conopsis*, la importancia de este estudio también puede visualizarse en otro sentido. La pérdida de diversidad biológica ha afectado de manera importante a diferentes especies de serpientes, cuya abundancia depende de la composición, cantidad y calidad de los microhábitats. Muchos de estos microhábitats son afectados en su mayoría por diferentes prácticas y actividades del hombre. Por ello, es necesario recabar información sobre aspectos biológicos básicos de estas especies, incluyendo dimorfismo sexual y ecología térmica. Esto puede considerarse parte del esfuerzo que se realiza para recabar información útil para el manejo y conservación de la biodiversidad.

Objetivos

Detectar si existe dimorfismo sexual en el tamaño y forma del cuerpo de las culebras *Conopsis biserialis* y *Conopsis lineata* a través del análisis de caracteres morfométricos.

Determinar si las diferencias sexuales en el tamaño y forma del cuerpo están presentes en organismos pequeños, o si se adquieren durante su crecimiento de las mismas.

Evaluar en qué medida el dimorfismo (o monomorfismo) sexual es una manifestación conservativa en las especies de culebras *Conopsis biserialis* y *Conopsis lineata*.

Detectar si existen diferencias sexuales y debidas al tamaño en los intervalos de temperaturas corporales registradas en campo.

Determinar si *Conopsis biserialis* y *Conopsis lineata* regulan de alguna manera su temperatura corporal.

Determinar si existen diferencias en las temperaturas de campo entre las especies *Conopsis biserialis* y *Conopsis lineata*.

Descripción de las áreas de estudio

Las poblaciones estudiadas se encuentran en áreas que poseen vegetación y clima similares pero que están separadas por más de 200 kilómetros de distancia, un área se localiza al noroeste estado de Morelos (Tres Marías) y la otra en el centro-este del estado de Puebla (San Juan del Valle). A continuación se describe cada una de estas áreas.

Tres Marías. (Fig.3) Esta área está ubicada dentro del municipio de Huitzilac, en el Estado de Morelos. Las colectas se realizarán en zonas abiertas donde abundan rocas poco cimentadas, las cuales sirven como refugios temporales durante las horas de actividad de la especie. Se escogieron cuatro puntos con estas características cuyas coordenadas son; 19° 01' 45" N y 99° 13' 11" O (Km 56), 19° 01' 40.3" N y 99° 12' 37.6"

O (Km 58), 19° 01' 03" N y 99° 13' 10.6" O (Km 61) y 19° 01' 41.7" N y 99° 15' 37.5" O (ver figura 3). La altitud varía entre los 2419 y 2600m.

Dentro de la zona de estudio *Conopsis biserialis* comparte el hábitat con algunas especies de lacertilios como *Plestiodon brevirostris induvitus*, *Sceloporus grammicus*, *S. aeneus* y *S. torquatus*, aunque también son comunes especies como *Crotalus ravus* y *Crotalus triseriatus* (Castro y Aranda, 1984).

La vegetación de la región corresponde a bosque pino y bosque de pino encino. Predominan especies de *Pinus montezumae* (Ocote blanco), *Pinus leiophylla* (Chino), *Quercus rugosa* (Quebracho), *Quercus laurina* (Laurelillo) y *Quercus magnoliifolia* (Encino). En las laderas húmedas son comunes las plantas del género *Senecio* spp, pero también son importantes las plantas de las especies *Arctostaphylos* sp, *Fuchsia calaminta* y *Symphoricarpus microphyllus*. Como representantes del estrato herbáceo, son muy abundantes: *Epicampes* sp, *Lopezia* sp, *Castilleja* sp, *Lupinos* sp. y *Geranium* sp. La topografía general del área es de una pendiente suave con suelos pobremente drenados de origen volcánico. (Rzedowski, 1978).

El Estado de Morelos se caracteriza por presentar una gran diversidad climática, así, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1987), para el Municipio de Huitzilac tiene un clima C(w₂)(w)b, templado subhúmedo, con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con una temperatura anual entre 5 y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, con verano fresco y largo. La precipitación media anual oscila entre 1200 a 1500mm. La temporada seca abarca de octubre a febrero seguida por una temporada pre-pluvial de marzo a mayo y la temporada de lluvias va de los meses de junio a septiembre.

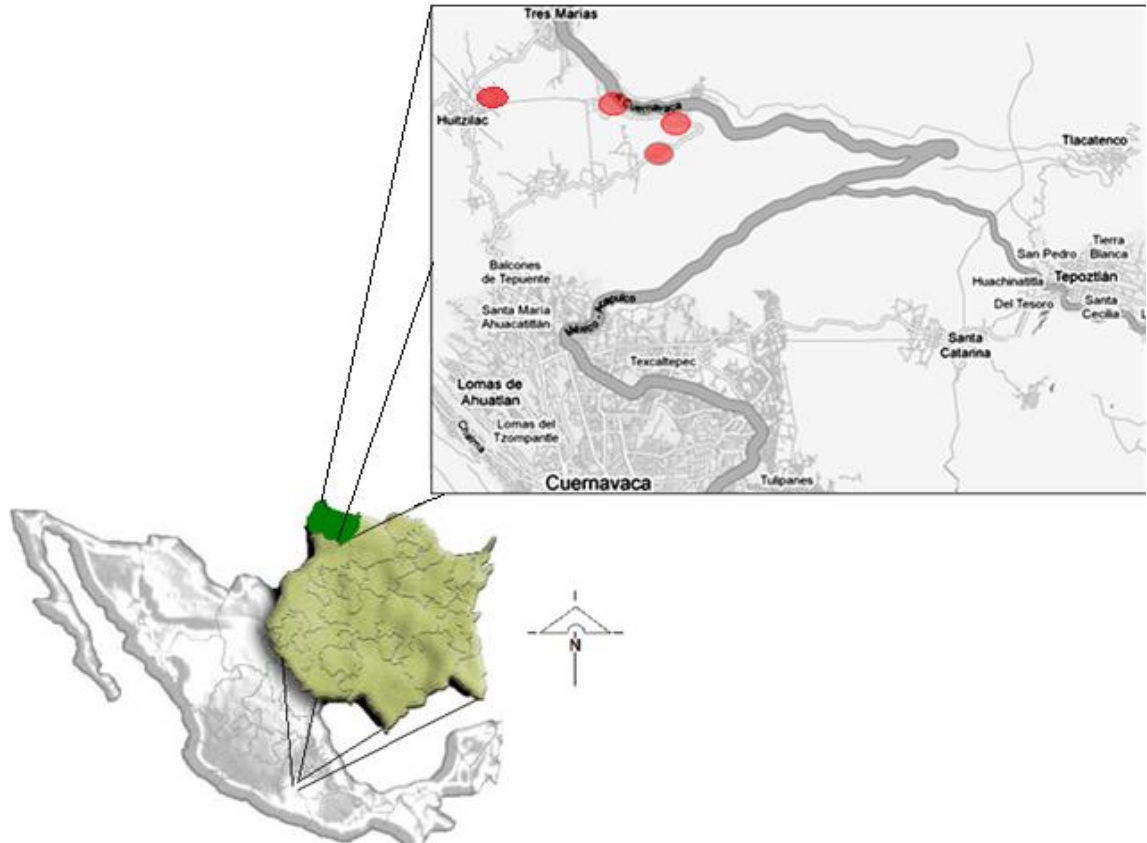


Figura. 3 Ubicación del área de estudio. Los puntos rojos en la parte superior del mapa indican los sitios de recolecta de ejemplares.

San Juan del Valle. (Fig.4) El municipio de Chilchotla se localiza en la parte centro-este del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los 19° 14'00" y 19° 07'24" de latitud norte y los 97° 07'24" y 97° 15'54" de longitud occidental.

Colinda al norte con el Estado de Veracruz; al sur con el municipio de Tlachichuca; al este con el municipio de Quimixtlán y al oeste con el municipio Saltillo Lafragua (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).



Figura. 4. Ubicación del área de estudio. Chilchotla, Puebla. El punto rojo en la parte superior del mapa indican el sitio de recolecta de ejemplares.

Tiene una superficie de 94.40 kilómetros cuadrados, que lo ubica en el lugar 124 respecto a los demás Municipios del estado. El municipio se ubica en la parte occidental de la sierra de Quimixtlán, cubierta por grandes cantidades de material volcánico, que forma parte de la Sierra Madre Oriental (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

Presenta una topografía variada; montañosa en la mayor parte del Municipio y un declive suave al centro-oeste. Destacan cuatro sierras: la sierra del noroeste, formada por los cerros La Paz, Los Organos y Xocotepec (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

La sierra del centro-oeste, que se levanta entre los ríos Acomocotla y Colotlaupa; destacan en ella el cerro Chichina y Tobardillo. La sierra que proviene del sureste y culmina al poniente de Rafael J. García. Por último, la sierra con numerosas ramificaciones que se levanta al noreste. También presenta numerosos cerros aislados, como el Ajapixtla, Xocotzin y Tecuacoy (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

La tendencia general del Municipio es un descenso noroeste-este y oscila su altura entre 1,780 y 3,460 metros sobre el nivel del mar.

El municipio se localiza en la cuenca del río la Antigua, que desemboca en el Golfo de México, 20 kilómetros al norte del Puerto de Veracruz. Es recorrido por varios ríos que

proviene del sur y del poniente; originados en la parte más alta de la sierra de Quimixtlán y de las estribaciones del río Orizaba; destacan los siguientes: el río Huitzilapan, el más importante de la sierra de Quimixtlán, baña el sur del municipio y constituye uno de los principales formadores del río la Antigua (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

Los ríos Nexhuacán, Colotlanago, Acocomotle y los Paredones bañan el poniente y se unen finalmente al Huitzilapan. Los ríos Blanco, Ocoxochitl y Huitzilaconi corren entre la sierra del noreste y se unen también al Huitzilapan. Por último, los ríos Los Moros, El Aguacate y Tlamanco nacen en el noreste del municipio e inmediatamente salen del estado para formar el río Los Ajolotes, afluente del Huitzilapan. También cuenta con arroyos intermitentes que se unen a los ríos mencionados. (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

El municipio ha perdido una buena parte de su vegetación original, sin embargo, aún conserva grandes zonas boscosas, sobre todo al noreste, constituidas básicamente por asociaciones de pino-encino, con vegetación secundaria arbórea. Las especies que predominan son pino, ocote, pino colorado, pino ayacahuite, encino, roble, oyamel, acahuites, madroños y escobilla. En menor medida, se han implantado pastizales al norte y noroeste, donde se encuentra escobilla y jarilla (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

La fauna que existe es el conejo, ardilla, tlacuache, mapache, armadillo, zorrillo, tuza, coyote, zorra, tlacuache búho, águila, gavián, zopilote y otras aves silvestres, víbora de cascabel y víbora chirrionera de agua (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

El área de estudio dentro del municipio se ubica dentro de un clima $C(w_2)(w)b$ templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1987).

Material y método

Método de campo

Como parte del trabajo de investigación se realizaron visitas mensuales a las áreas de estudio de agosto de 2009 a octubre de 2010. El método que se utilizó para la obtención de organismos fue la búsqueda en sus microhábitats, que consistió en hacer recorridos a pie durante el día (de las 10:00 a las 16:00 horas) y levantar todas las rocas, restos de madera y corteza donde se sospechaba la presencia de *C. biserialis* y *C. lineata*. Se capturaron a mano todos los ejemplares que se encontraron. Para cada organismo capturado se le registró: (i) hora y fecha de captura, (ii) temperatura corporal (T_c). Esto se realizó introduciendo un termopar medio centímetro dentro de la cloaca. Se excluyeron de los registros de temperatura de todas aquellas serpientes que requirieron un esfuerzo de captura mayor a 2 minutos o bien una manipulación que rebasó este periodo de tiempo, (iii) temperatura del sustrato (T_s). Esta temperatura se registró en el mismo sitio en donde se capturo a la serpiente, se introdujo el termopar dos o tres milímetros por debajo del suelo, y (iv) una temperatura control (T_{co}). Esta temperatura se registró en un sitio vecino al sitio donde se encontró el organismo, un sitio en el cual potencialmente pudiera haberse desplazado el organismo. Se consideró a esta temperatura como una temperatura control bajo el supuesto de que si la serpiente no termorregulaba su temperatura corporal sería similar a la de sustrato por el cual se desplazó. El registro de esta temperatura se realizó de manera similar al registro de la temperatura del sustrato. Todas las temperaturas se registraron con ayuda de un termómetro Fluke® de lectura rápida con precisión de $0.1^{\circ} C$.

A cada ejemplar que recolectado se le registraron las siguientes medidas: (i) longitud hocico-cloaca (LHC), (ii) largo de la cola (LC), (iii) distancia entre los ojos (DEO), (iv) longitud del hocico (Lho), (v) longitud del hocico al ojo (OH), (vi) ancho de la cloaca (AC) y (vi) peso del individuo. Las cinco medidas se tomaron con la ayuda de un calibrador tipo vernier Truper® con precisión de ± 0.02 mm. El peso se registró con la ayuda de una balanza digital OHAUS® con precisión de ± 0.01 g.

Todos los ejemplares se liberaron en o cerca del sitio de captura después de haber registrado los datos de campo.

Tratamiento de los datos de temperatura.

Tratamiento intraespecífico. Se calcularon los promedios y errores estándar de cada variable registrada para cada una de cuatro grupos diferentes de serpientes, machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes. Con el fin de diferenciar ejemplares jóvenes de adultos se tomó en cuenta la información contenida en la base de datos de la colección herpetológica de la FES Zaragoza. La hembra más pequeña (de tres registros) que tuvo crías vivas, tuvo una longitud hocico cloaca de 180 mm, por lo tanto, se consideraron como adultos a todas las serpientes que tuvieron una talla igual o mayor a este valor. En la categoría de jóvenes quedaron incluidos ejemplares relativamente pequeños (150 mm o menos). No se incluyeron en los análisis ejemplares cuya talla no permitió decidir claramente si eran jóvenes o adultos.

Se determinó si existían diferencias significativas entre los valores promedio de las variables registradas en los cuatro grupos considerados. Esto se realizó mediante un análisis de varianza de una vía en el cual el factor fijo fue el grupo. En caso de ser necesario se transformaron los datos originales a valores logarítmicos con el fin de mejorar el ajuste a los requerimientos del análisis (normalidad y homogeneidad de varianzas).

Se evaluó si de alguna manera las serpientes regulan la temperatura de su cuerpo. Para este fin, para cada uno de los cuatro grupos de serpientes se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados. Se realizaron análisis de regresión para las parejas de variables: (i) temperatura corporal vs. Temperatura de sustrato, (ii) temperatura corporal vs. Temperatura control. Se evaluó el ajuste de los modelos de regresión mediante un análisis de correlación de Pearson.

Para evaluar las tendencias termorregulatorias o termoconformistas se aplicó el criterio de Huey y Slatkin (1976) quienes mencionaron que una especie es termorregulatoria cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la T_c sobre la temperatura ambiental (T_a o T_s) es cero o cercano a este (esto es, cuando no haya relación estas variables); cuando una especie es termoconformista el valor de la pendiente es uno o cercano a él.

Asimismo, para cada grupo de organismos, se compararon los promedios e intervalos de variación de las temperaturas control, del sustrato y corporal con el fin de

detectar diferencias notables y de esta manera respaldar la existencia de algún comportamiento termorregulatorio.

Tratamiento interespecífico. Los resultados intra-específicos permitieron conocer si existen diferencias sexuales o debidas a la edad en los promedios de las temperaturas registradas en campo. A su vez estas diferencias nos permitieron establecer la modalidad de las comparaciones interespecíficas. En caso de no encontrar diferencias sexuales en los valores promedio de la temperatura corporal, se agruparon los datos de hembras y machos de cada población.

Tratamiento de los datos relacionados con el dimorfismo sexual

Se realizó una prueba de *t-student* ($p < 0.05$) con el fin de detectar si existían diferencias sexuales en el tamaño corporal. Asimismo, con el fin de evaluar si existían diferencias significativas en las demás variables morfométricas, incluyendo el peso corporal, se realizó un análisis multivariado de covarianza de una vía (ANMUCOVAs). En este análisis se consideró a la LHC como covariada, a las demás variables como variables de respuesta y al sexo como factor fijo. Con el fin de ajustar o mejorar el ajuste de los datos a los requerimientos de este análisis (normalidad, homogeneidad de varianzas y linealidad y homogeneidad de las pendientes entre cada variable de respuesta y la covariada), previo al análisis, todas las variables fueron log-trasformadas (García-Berthou y Moreno-Amich, 1993; Salgado-Ugarte, 1995).

En todas las pruebas estadísticas, incluyendo las pruebas relacionadas con datos de temperatura, se eligió un nivel de significancia de 0.05. Los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda del programa de cómputo Statistica version 7 (Stat soft Inc., 1984-2004).

Resultados

En total se examinaron 49 organismos adultos (24 machos y 25 hembras), y 26 juveniles, 11 machos y 15 hembras, de la población de Huitzilac, Morelos pertenecientes a *C. biserialis*. Para la población de Chilchotla, Puebla, se examinaron 30 organismos adultos (12 machos y 18 hembras), y 18 juveniles, (8 machos y 10 hembras) correspondientes a *C. lineata*.

Temperaturas de campo

Conopsis biserialis. No se encontraron diferencias significativas en los promedios de los valores de Tc y Ts correspondientes a las cuatro categorías de organismos (Cuadros 1 y 2). Sin embargo, las Tco de las hembras adultas fueron significativamente más altas que las de los machos y hembras juveniles (Cuadros 1 y 2; prueba de contraste de Fisher: $p = 0.025$ y 0.003 , respectivamente). Asimismo, la Tco de los machos adultos fue significativamente mayor que la de las hembras juveniles (Cuadros 1 y 2; prueba de contraste de Fisher: $p = 0.045$).

Cuadro 1. Resúmenes estadísticos de las temperaturas tomadas en campo para los 4 grupos de *C. biserialis*. En cada caso se proporciona el promedio más menos un error estándar. Los valores entre paréntesis indican intervalo de variación. Tc = temperatura corporal, Ts = temperatura del sustrato y Tco = temperatura control. ♂A = Machos adultos; ♀A = Hembras adultas; ♀J = Hembras juveniles; ♂J = Machos juveniles, N = tamaño de muestra.

Grupo	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Tco (°C)
♂A	24	27.19 ± 0.98 (13.90-32.90)	21.12 ± 1.03 (10.8-33)	24.98 ± 1.31 (12.4-33-5)
♀A	25	27.29 ± 0.71 (20.80-32)	21.61 ± 1.07 (14.8-33)	26.60 ± 1.26 (18.2-41)
♂J	11	27.57 ± 1.24 (19.50- 22.90)	20.50 ± 1.37 (12.1-27.2)	22.05 ± 1.55 (14.2-32)
♀J	15	26.80 ± 0.91 (16.20-33.20)	19.46 ± 0.77 (14.8-27.1)	21.36 ± 0.86 (15.8-30.3)

Cuadro 2. Valores de F, grados de libertad (gl) y significancia obtenidos en las pruebas (ANOVAs) realizadas con el fin de detectar posibles diferencias significativas entre las cuatro categorías de organismos de *C. biserialis*, para temperatura corporal (Tc), temperatura del sustrato (Ts) y temperatura control (Tco).

Variable	Parámetros de la prueba
Tc	F = 0.113; gl = 3, 72; p = 0.95
Ts	F = 0.764; gl = 3, 72; p = 0.51
Tco	F = 3.831; gl = 3, 72; p = 0.01

***Conopsis lineata*.** En la población de *C. lineata*, los juveniles tuvieron Tc y Ts promedio significativamente más bajos que los adultos (Cuadros 3 y 4; prueba de contraste de Fisher: $p < 0.003$ y 0.006 para Tc y Ts, respectivamente). De igual manera en el caso de la Tco, los juveniles presentaron un promedio significativamente más bajo que los adultos (Cuadros 3 y 4; prueba de contraste de Fisher: $p < 0.042$).

Cuadro 3. Resúmenes estadísticos de las temperaturas tomadas en campo para los 4 grupos de *C. lineata*. En cada caso se proporciona el promedio más menos un error estándar. Los valores entre paréntesis indican intervalo de variación. Tc = temperatura corporal, Ts = temperatura del sustrato y Tco = temperatura control. ♂A = Machos adultos; ♀A = Hembras adultas; ♀J = Hembras juveniles; ♂J = Machos juveniles, N = tamaño de muestra.

Grupo	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Tco (°C)
♂A	12	26.50 ± 1.04 (19.8-30.3)	21.04 ± 0.69 (18.10- 25.1)	22.26 ± 1.18 (17.8-29.6)
♀A	18	24.51 ± 1.89 (18.6-32)	19.22 ± 1.57 (11.1-26.9)	19.07 ± 1.11 (14.3-24.2)
♂J	8	23.76 ± 1.13 (18.2-27.3)	18.41 ± 1.43 (13.5-24.3)	18.16 ± 1.41 (14.3-23.2)
♀J	10	20.10 ± 1.71 (14.9-25.5)	15.93 ± 1.97 (12.8-25.5)	18.32 ± 3.20 (11.3-31.4)

Cuadro 4. Valores de F, grados de libertad (gl) y significancia obtenidos en las pruebas (ANOVAs) realizadas con el fin de detectar posibles diferencias significativas entre las cuatro categorías de organismos de *C. lineata*, para temperatura corporal (Tc), temperatura del sustrato (Ts) y temperatura control (Tco).

Variable	Significancia de la prueba
Tc	F = 3.31; gl = 3, 30; p = 0.03
Ts	F = 2.98; gl = 3, 30; p = 0.04
Tco	F = 2.0; gl = 3, 30; p = 0.13

Comparaciones interespecíficas. Se encontraron tanto similitudes como diferencias en el comportamiento térmico de las poblaciones de Huitzilac y Chilchotla. Las Tc y Ts fueron estadísticamente no similares entre adultos y juveniles de Huitzilac, y adultos de Chilchotla (Cuadros 5 y 6). Las Tc y Ts fueron significativamente más bajas en los juveniles de Chilchotla que en cualquiera de las otras tres categorías (Cuadros 5 y 6). La temperatura control varió significativamente entre las cuatro categorías (Cuadros 5 y 6). La Tco promedio de los adultos de Morelos fue significativamente más alta que la de las otras tres categorías (Cuadros 5 y 6). Los juveniles de Morelos tuvieron Tco más altas que los juveniles de Chilchotla. No hubo diferencia significativa entre la Tco de adultos de Chilchotla y juveniles de Morelos.

Cuadro 5. Resúmenes estadísticos de las temperaturas tomadas en campo para adultos y jóvenes de las poblaciones de Huitzilac, Morelos y Chilchotla, Puebla. AM = adultos de Morelos; AC = adultos de Chilchotla; JM = juveniles de morelos; JC = juveniles de chilchotla.

Grupo	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Tco (°C)
AM	49	27.24 ± 0.60 (13.90-32.90)	21.37 ± 0.74 (10.8-33)	25.79 ± 0.90 (12.4-41)
AC	30	27.06 ± 0.72 (16.20-33.90)	19.82 ± 0.68 (12.10-27.9)	21.59 ± 0.76 (14.20-32)
JM	26	25.65 ± 1.00 (18.6-32)	20.26 ± 0.78 (11.10-26.9)	20.89 ± 0.88 (14.3-29.6)
JC	18	22.07 ± 1.09 (14.9-27.3)	17.27 ± 1.19 (12.8-25.5)	18.23 ± 1.58 (11.3-31.4)

Cuadro 6. Resultados de los ANOVAs realizados para evaluar la significancia de las diferencias entre los valores de Tc, Ts y Tco correspondientes a las cuatro categorías de organismos para la poblaciones de Huitzilac, Morelos y Chilchotla, Puebla.

Variable	Significancia de la prueba
Tc	F = 5.72; gl = 3, 106; p = 0.001
Ts	F= 3.47; gl = 3, 106; p = 0.018
Tco	F = 10.17; gl = 3, 106; p = 0.00

Tendencias termorreguladoras

Se encontró una relación positiva entre la Tc y la Ts, y entre la Tc y Tco, de los individuos adultos de *C. biserialis* (Fig. 3 a,b). Las rectas fueron parecidas para ambas regresiones. Esto es, los valores de la pendiente y la ordenada al origen fueron similares en ambas rectas (ver Figura 3 a, b). Asimismo, en ambos casos, el modelo de regresión explica alrededor del 40% de la variación de los datos (Figura 3 a, b). De igual manera se encontró una relación positiva entre la Tc y la Ts, y entre la Tc y la Tco de los organismos juveniles (Figura 4 a, b). La pendiente de la primera relación fue de 0.60; la de la segunda 0.50. La ordenada al origen de estas rectas fue similar (Figura 4 a, b). En este caso el modelo explica solo el 30 % de la variación.

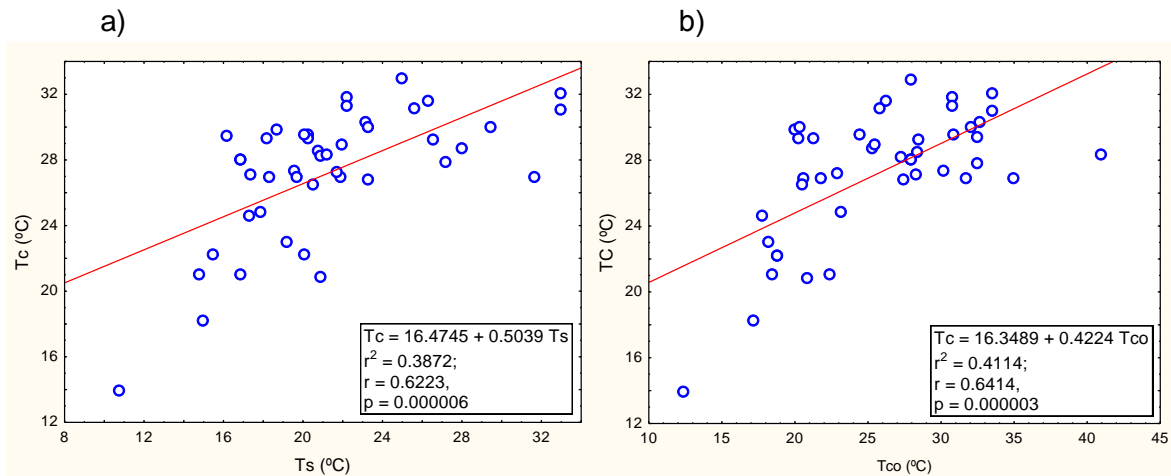


Figura 3. Diagrama de dispersión y línea de regresión entre la Tc y la Ts (a), y entre la Tc y la Tco (b), para los organismos adultos de *C. biserialis* de Huitzilac, Morelos.

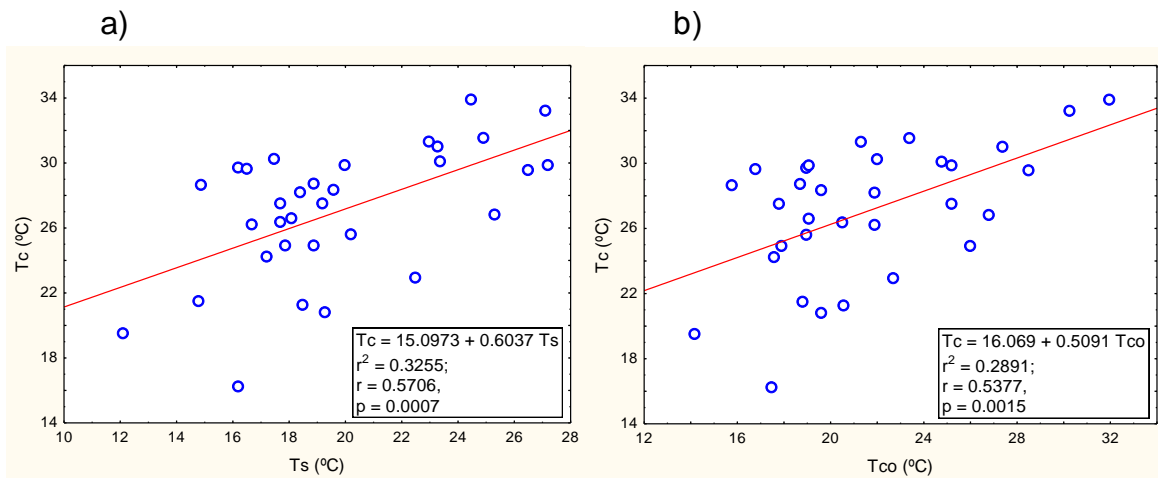


Figura 4. Diagrama de dispersión y línea de regresión entre la Tc y la Ts (a) y entre la Tc y la Tco (b) para los organismos juveniles en *C. biserialis* de Huitzilac, Morelos.

Por otra parte, se encontró una relación positiva entre la Tc y la Ts y entre Tc y Tco, de los individuos adultos de *C. lineata* (Figura 5 a, b). La pendiente de la recta para la primera relación fue de 0.91 ($r = 0.7178$; $p = 0.0002$; $Tc = 7.0358 + 0.9186 Ts$), el valor de la pendiente para la segunda relación fue 0.75 ($r = 0.6697$; $p = 0.0009$; $Tc = 9.7788 + 0.7598 Tco$). De igual manera, se encontró una relación positiva entre la Tc y la Ts y entre la Tc y la Tco de los organismos juveniles (Figura 6 a, b), teniendo un valor de la pendiente para la primera relación de 0.64 ($r = 0.7059$; $p = 0.0070$; $Tc = 10.9832 + 0.642 Ts$), y un valor de la pendiente para la segunda relación de 0.22 ($r = 0.3342$; $p = 0.2643$; $Tc = 17.887 + 0.2294 Tco$). Sin embargo, la relación no es significativa ($p = 0.2643$), lo cual significa que el modelo no es adecuado para la relación.

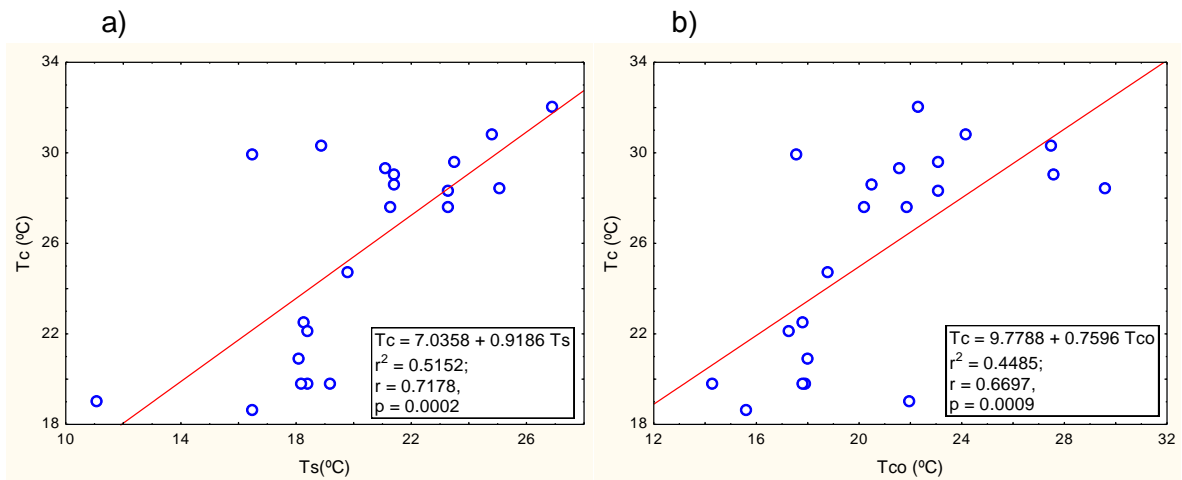


Figura 5. Diagrama de dispersión y línea de regresión entre la Tc y la Ts (a) y entre la Tc y la Tco (b) para los organismos adultos de *C. lineata* de San Juan del Valle Chilchotla, Puebla.

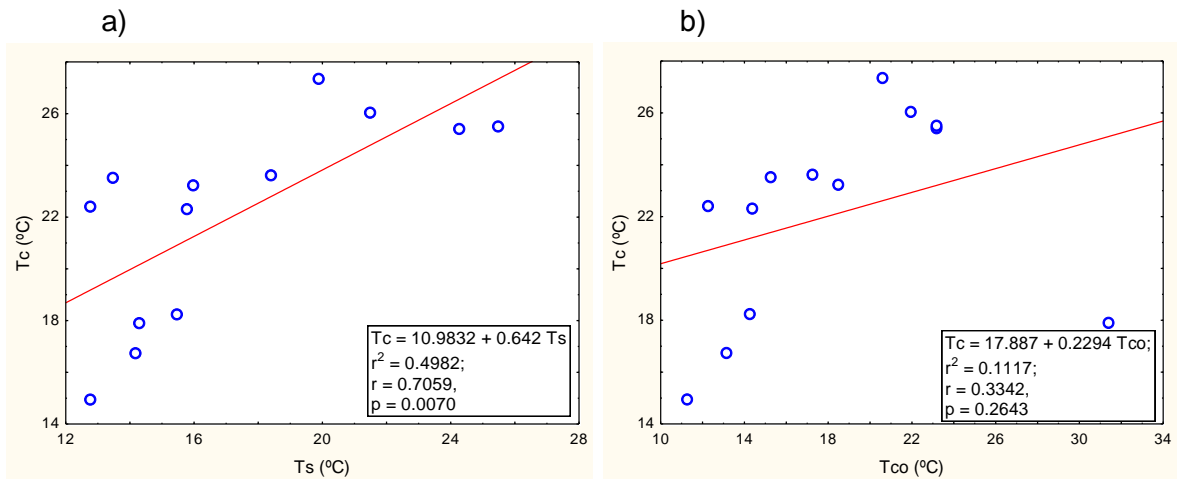


Figura 6. Diagrama de dispersión y línea de regresión entre la Tc y la Ts (a) y entre la Tc y la Tco (b) para los organismos juveniles de *C. lineata* de San Juan del Valle Chilchotla, Puebla.

Dimorfismo sexual.

Conopsis biserialis. No se encontraron diferencias sexuales significativas en la LHC (217.58 y 218.43 en machos y hembras, respectivamente: $t = -0.28$; $gl = 47$; $p = 0.77$). El ANMUCOVA demostró que existen diferencias significativas en las variables conjuntas relacionadas con el dimorfismo sexual (Wilks lambda = 0.119; $F = 50.55$; $gl = 6, 41$; $p < 0.000$). Los machos tuvieron colas significativamente más largas que las hembras (Cuadro 7). De hecho, la tasa promedio longitud de la cola/longitud corporal fue 1.3 veces

mayor en los machos que en las hembras. Además, el ancho de la cola fue significativamente mayor en hembras que en machos (Figura 7, Cuadro 7). No hubo diferencias sexuales significativas en las restantes variables morfométricas (Tabla 7).

Tabla 7. — Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) correspondientes a los adultos de la población de Huitzilac, Morelos (*C. biserialis*). La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias sexuales significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos	Hembras	Significancia
LC(mm)	55.41 ± 1.48 (39-67.10)	41.62 ± 0.90 (34.36-51.40)	0.00
DEO(mm)	4.26 ± 0.08 (3.60-5.00)	4.14 ± 0.07 (3.40-4.70)	0.16
Lho(mm)	8.76 ± 0.20 (6.50-11.00)	8.39 ± 0.21 (5.92-10.50)	0.17
OH(mm)	4.04 ± 0.07 (3.26-4.90)	3.89 ± 0.08 (3.10-5.00)	0.10
AC(mm)	4.45 ± 0.10 (3.40-5.80)	5.05 ± 0.13 (3.20-6.35)	0.00
Peso(g)	10.03 ± 0.78 (5.12-18.50)	10.93 ± 0.74 (3.37-19.56)	0.13
% cola	20.34 ± 0.23 (17.52-21.98)	15.99 ± 0.15 (14.61-17.88)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

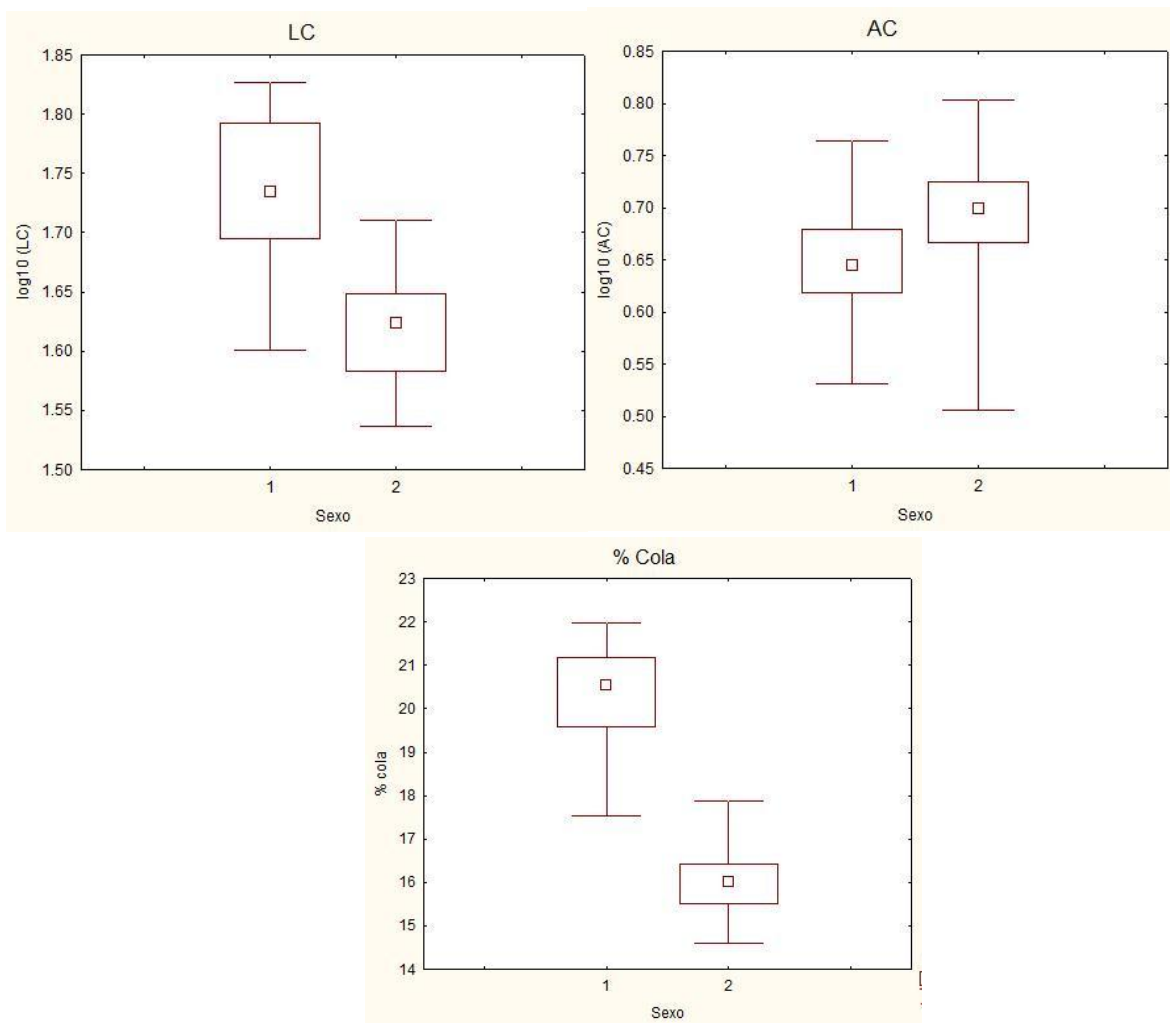


Figura 7. Diagramas de cajas para la LC, el AC y el porcentaje de la cola en relación a la longitud del cuerpo en machos y hembras de *C. biserialis*. (1) Machos, (2) Hembras.

Juveniles. El ANMUCOVA demostró la ocurrencia de diferencias sexuales significativas en las variables morfométricas conjuntas (Wilks lambda = 0.389; $F = 4.72$; $gl = 6, 18$; $p = 0.00$). Los machos tuvieron colas significativamente más largas que las hembras (Cuadro 8). De hecho, la tasa promedio longitud de la cola/longitud corporal fue 1.3 veces mayor en los machos que en las hembras (Figura 8, Cuadro 8). Por otra parte, la distancia del ojo a la punta del hocico (OH) y el peso corporal fueron mayores en machos que en hembras (Cuadro 8, Figura 8).

Cuadro 8. Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) correspondientes a los juveniles de la población de Huitzilac, Morelos (*C. biserialis*). La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias sexuales significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos juveniles	Hembras juveniles	Significancia
LC(mm)	34.76 ± 3.09 (22.54-52.06)	25.47 ± 1.39 (18.9-33.14)	0.00
DEO(mm)	3.67 ± 0.14 (2.96-4.40)	3.51 ± 0.08 (3.16-4.20)	0.13
Lho(mm)	6.85 ± 0.27 (5.40-8.24)	6.74 ± 0.19 (5.50-8.04)	0.70
OH(mm)	3.31 ± 0.16 (2.56-4.70)	3.09 ± 0.07 (2.76-3.30)	0.04
AC(mm)	3.25 ± 0.21 (2.16-4.24)	2.98 ± 0.22 (1.90-4.70)	0.19
Peso(g)	3.47 ± 0.54 (1.25-5.91)	2.89 ± 0.35 (1.39-4.87)	0.00
% cola	23.63 ± 0.80 (20.78-29.44)	17.66 ± 0.51 (11.89-19.41)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

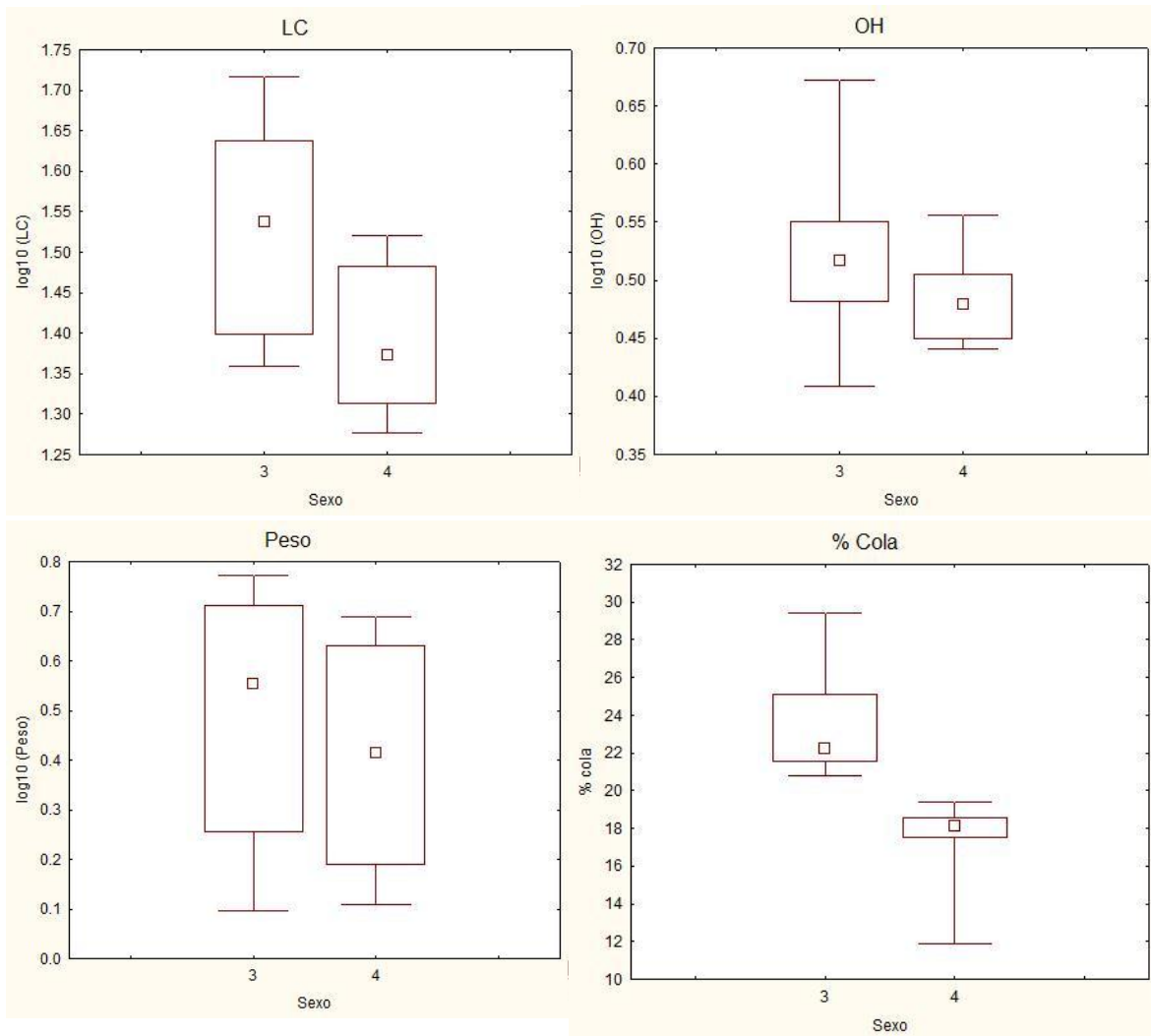


Figura 8. Diagramas de cajas para la LC, el OH, el peso corporal y el porcentaje de la cola en machos y hembras juveniles de *C. biserialis*. (3) Machos juveniles, (4) Hembras juveniles.

Conopsis lineata. Al igual que en *C. biserialis*, en *C. lineata* la LHC promedio fue similar en machos y hembras adultos (189.56 y 199.94 m, respectivamente) No hubo diferencias significativas en estos valores ($t = -1.38$; $gl = 28$; $p = 0.17$). El ANMUCOVA demostró que existen diferencias significativas en las variables conjuntas relacionadas con el dimorfismo sexual (Wilks lambda = 0.087; $F = 36.87$; $gl = 6, 21$; $p < 0.000$). Asimismo, como ocurrió en el caso de *C. biserialis*, en *C. lineata*, las hembras tuvieron cloacas significativamente más anchas que los machos y, contrariamente, éstos últimos tuvieron colas más largas que las hembras. La tasa promedio longitud de la cola/longitud corporal fue 1.3 veces mayor en los machos que en las hembras. Por su parte el peso corporal fue significativamente mayor en las hembras (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) correspondientes a los adultos de la población de Chilchotla, Puebla (*C. lineata*). La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias sexuales significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos	Hembras	Significancia
LC(mm)	46.77 ± 1.66 (38.00- 55.40)	34.79 ± 3.96 (26.00—35.86)	0.00
DEO(mm)	3.82 ± 0.08 (3.16-4.24)	3.90 ± 0.07 (3.34-4.60)	0.37
Lho(mm)	8.19 ± 0.22 (7.24- 9.42)	8.31 ± 0.15 (7.00-9.26)	0.53
OH(mm)	3.64 ± 0.11 (2.68-4.34)	3.67 ± 0.06 (3.28-4.08)	0.55
AC(mm)	3.84 ± 0.17 (3.00-5.00)	4.56 ± 0.17 (2.80-5.64)	0.00
Peso(g)	6.21 ± 0.60 (3.19-10.84)	7.76 ± 0.63 (3.19-12.28)	0.01
% cola	19.76 ± 0.25 (18.52-21.34)	13.41 ± 0.31 (11.67-17.20)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

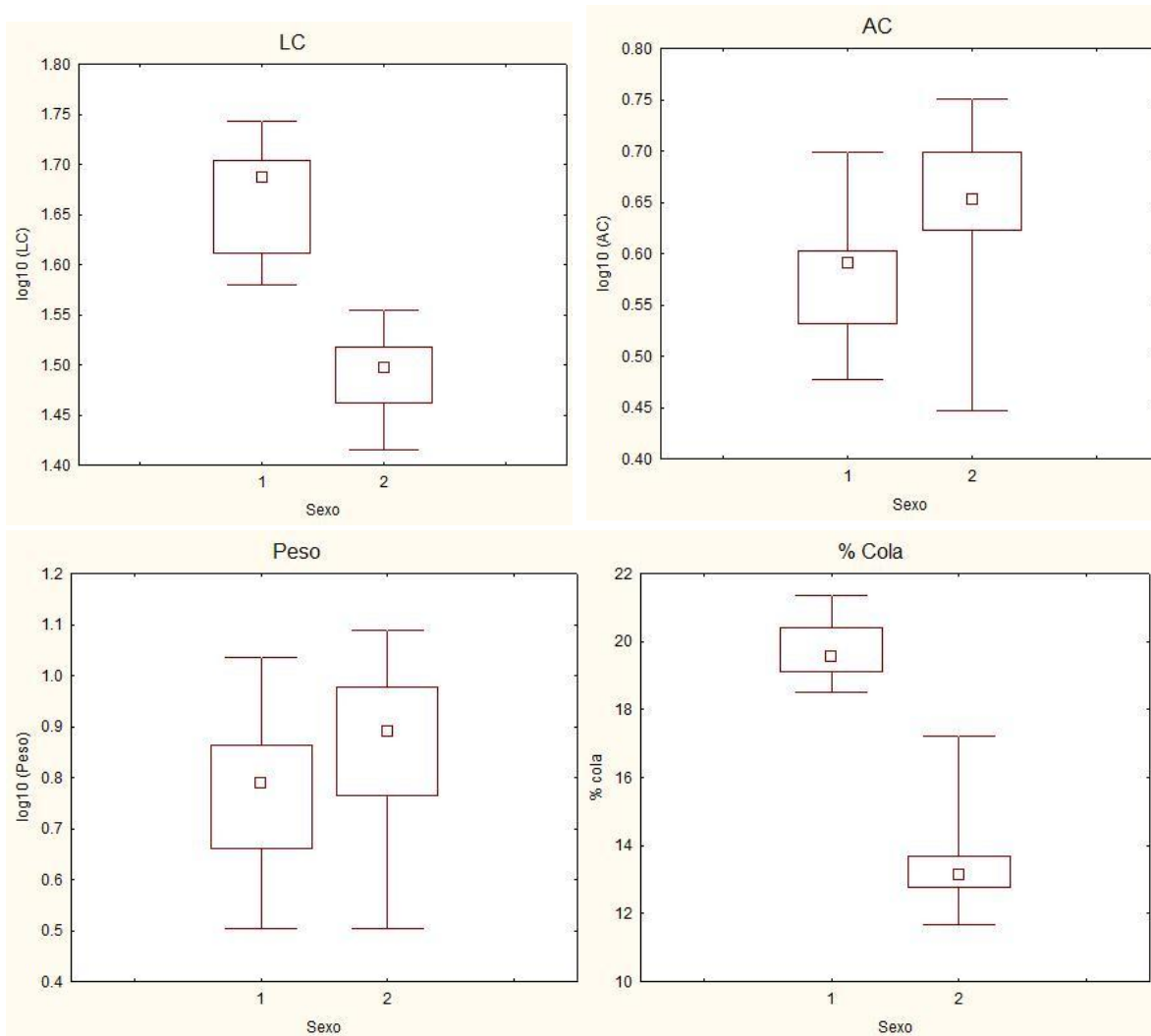


Figura 9. Diagramas de cajas para la LC, el AC, el peso corporal y el porcentaje de la cola en relación al cuerpo machos y hembras adultos de *C. lineata*. (1) Machos, (2) Hembras.

Juveniles. Los tamaños corporales promedio (LHC) de hembras (125.16) y machos juveniles (122.20) no fueron estadísticamente diferentes ($t = -0.40$; $gl = 15$; $p < 0.69$). El ANMUCOVA demostró que no existen diferencias significativas en la mayoría de variables conjuntas relacionadas con el dimorfismo sexual (Wilks lambda = 0.378; $F = 2.20$; $gl = 6, 8$; $p = 0.15$). Las pruebas de contraste de Fisher detectaron diferencias sexuales en solo dos de las variables analizadas, el peso corporal y la longitud de la cola. Las hembras son significativamente más pesadas que los machos (Cuadro 10). Al igual que en el caso de los adultos, en los juveniles el porcentaje de cola con respecto al cuerpo fue mayor en

machos que en hembras (17.46 y 14.9 %, respectivamente). Esto es, la longitud de la cola es 1.17 veces más larga en machos que en hembras (Cuadro 10 y Figura 10).

Cuadro 10. Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) correspondientes a los juveniles de la población de Chilchotla, Puebla (*C. lineata*). La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias sexuales significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos juveniles	Hembras juveniles	Significancia
LC(mm)	25.81 ± 2.16 (20.46-33.12)	21.95 ± 1.22 (15.22-25.94)	0.07
DEO(mm)	3.22 ± 0.14 (2.86-3.70)	2.98 ± 0.09 (2.40-3.34)	0.06
Lho(mm)	6.33 ± 0.18 (5.78-7.15)	6.58 ± 0.21 (5.80-7.30)	0.20
OH(mm)	2.63 ± 0.11 (2.20-3.20)	2.87 ± 0.08 (2.44-3.25)	0.10
AC(mm)	2.58 ± 0.17 (2.06-3.40)	2.77 ± 0.12 (2.38-3.24)	0.13
Peso(g)	1.98 ± 0.38 (1.07-3.60)	2.16 ± 0.28 (1.28-4.02)	0.03
% cola	17.46 ± 0.64 (15.21-20.18)	14.90 ± 0.52 (12.40-16.89)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

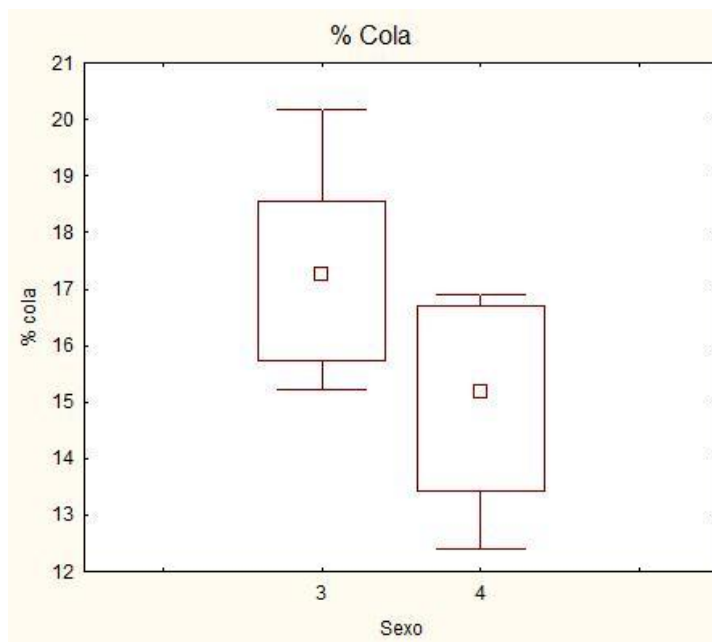


Figura 10. Diagrama de cajas para el porcentaje de la cola en relación al cuerpo en machos y hembras juveniles de *C. lineata*. (3) Machos, (4) Hembras.

Comparaciones interespecíficas. Los tamaños corporales promedio (LHC) de los adultos de Morelos (217.58) y adultos de Chilchotla (218.43) no fueron estadísticamente diferentes ($t = -0.11$; $gl = 47$; $p < 0.90$).

El ANMUCOVA detectó diferencias significativas entre machos de *C. biserialis* y *C. lineata* en los valores conjuntos de las variables morfométricas registradas (Wilks lambda = 0.073; $F = 16.362$; $gl = 18, 192.82$; $p = 0.00$). Las pruebas de contraste detectaron diferencias significativas en cinco de las seis variables consideradas (Cuadro 11). Los machos de *C. biserialis* tuvieron colas significativamente más largas que los de *C. lineata* (Cuadro 11). El porcentaje de cola en relación al cuerpo en los machos de estas especies fueron 20.34 y 19.76 %, para *C. biserialis* y *C. lineata*, respectivamente. Asimismo, la longitud de la cola, la distancia entre los ojos, el ancho de la cloaca y el peso corporal fueron significativamente más grandes en *C. biserialis* que en *C. lineata*. Únicamente no se encontró diferencia en la longitud del hocico (Tabla 11).

Cuadro 11. Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) registradas en los machos adultos de *C. biserialis* y *C. lineata*. La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias inter-específicas significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos <i>C. biserialis</i>	Machos <i>C. lineata</i>	Significancia
LC(mm)	55.41 ± 1.48 (39-67.10)	46.77 ± 1.66 (38.00- 55.40)	0.00
DEO(mm)	4.26 ± 0.08 (3.60-5.00)	3.82 ± 0.08 (3.16-4.24)	0.00
Lho(mm)	8.76 ± 0.20 (6.50-11.00)	8.19 ± 0.22 (7.24- 9.42)	0.06
OH(mm)	4.04 ± 0.07 (3.26-4.90)	3.64 ± 0.11 (2.68-4.34)	0.00
AC(mm)	4.45 ± 0.10 (3.40-5.80)	3.84 ± 0.17 (3.00-5.00)	0.00
Peso(g)	10.03 ± 0.78 (5.12-18.50)	6.21 ± 0.60 (3.19-10.84)	0.00
% cola	20.34 ± 0.23 (17.52-21.98)	19.76 ± 0.25 (18.52-21.34)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

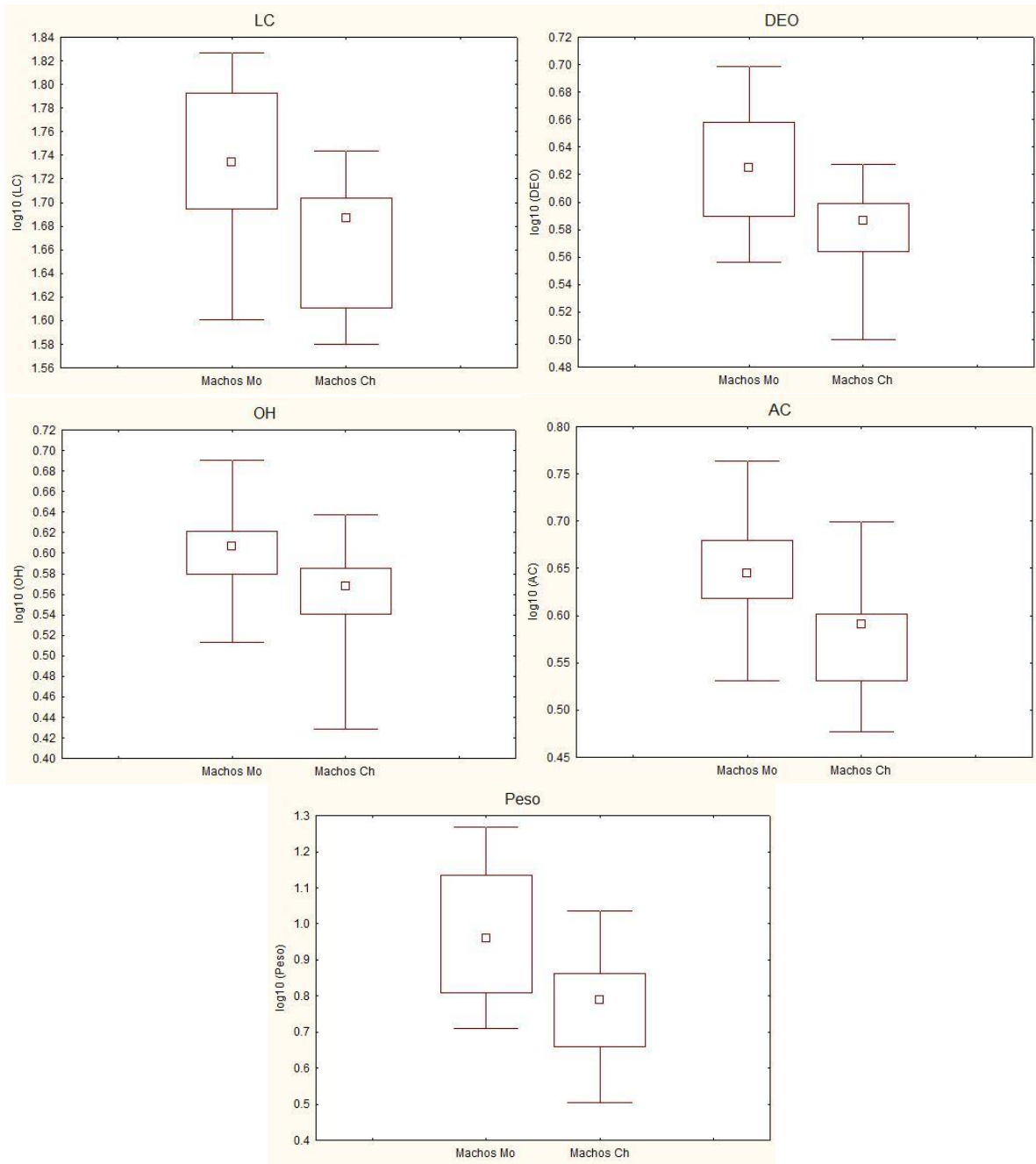


Figura 11. Diagramas de cajas para LC, DEO, OH, AC y el peso corporal en machos adultos de ambas poblaciones, *C. biserialis* y *C. lineata*.

El ANMUCOVA detectó diferencias significativas entre hembras de *C. biserialis* y *C. lineata* en los valores conjuntos de las variables morfométricas registradas (Wilks lambda = 0.073; F = 16.362; gl = 18, 192.82; p = 0.00). En general, los resultados para las hembras fueron similares a los obtenidos para el caso de los machos. Nuevamente, las pruebas de contraste detectaron diferencias significativas en cinco de las seis variables consideradas (Cuadro 12). Las hembras de *C. biserialis* tuvieron colas significativamente más largas que los de *C. lineata* (Cuadro 12). El porcentaje de cola en relación al cuerpo en los hembras de estas especies fueron 15.99 y 13.41 %, para *C. biserialis* y *C. lineata*, respectivamente. Asimismo, como en el caso de los machos, en las hembras la longitud de la cola, la distancia entre los ojos, el ancho de la cloaca y el peso corporal fueron significativamente más grandes en *C. biserialis* que en *C. lineata*. Únicamente no se encontró diferencia en la longitud del hocico (Cuadro 12, Figura 12).

Cuadro 12. — Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) registradas en las hembras adultas de *C. biserialis* y *C. lineata*. La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias inter-específicas significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Hembras <i>C. biserialis</i>	Hembras <i>C. lineata</i>	Significancia
LC(mm)	41.62 ± 0.90 (34.36-51.40)	34.79 ± 3.96 (26.00—35.86)	0.00
DEO(mm)	4.14 ± 0.07 (3.40-4.70)	3.90 ± 0.07 (3.34-4.60)	0.00
Lho(mm)	8.39 ± 0.21 (5.92-10.50)	8.31 ± 0.15 (7.00-9.26)	0.84
OH(mm)	3.89 ± 0.08 (3.10-5.00)	3.67 ± 0.06 (3.28-4.08)	0.03
AC(mm)	5.05 ± 0.13 (3.20-6.35)	4.56 ± 0.17 (2.80-5.64)	0.00
Peso(g)	10.93 ± 0.74 (3.37-19.56)	7.76 ± 0.63 (3.19-12.28)	0.00
% cola	15.99 ± 0.15 (14.61-17.88)	13.41 ± 0.31 (11.67-17.20)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

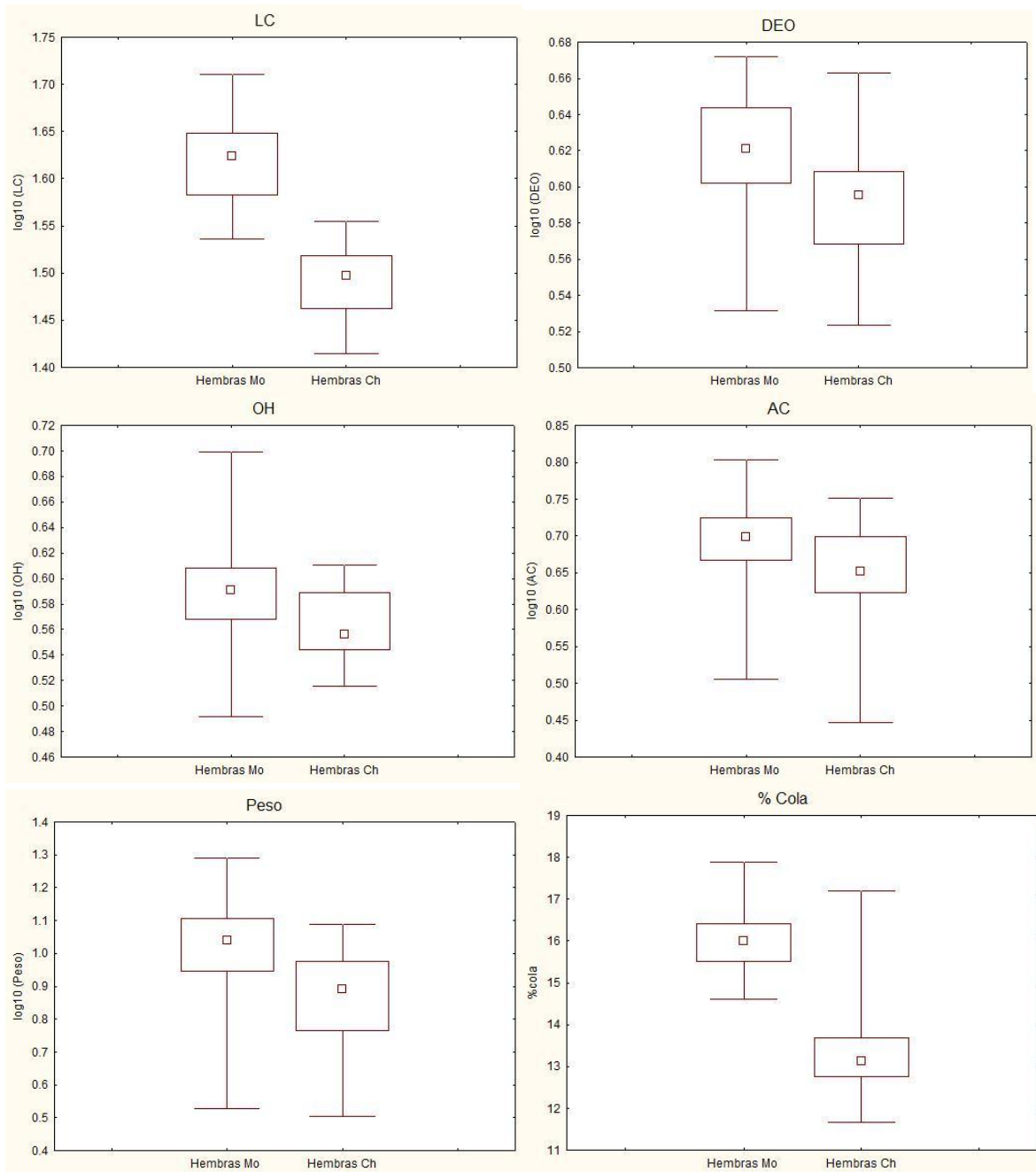


Figura 12. Diagramas de cajas para LC, DEO, OH, AC, el peso corporal y el porcentaje de la cola en hembras adultas de ambas poblaciones, *C. biserialis* y *C. lineata*.

Los tamaños corporales promedio (LHC) de los juveniles de Morelos (189.56) y juveniles de Chilchotla (199.94) no mostraron diferencias estadísticas ($t = -1.43$; $gl = 28$; $p < 0.16$)

Machos juveniles. El ANMUCOVA detectó diferencias inter específicas significativas en las variables morfométricas conjuntas (Wilks lambda = 0.226; $F = 3.50$; $gl = 18$, 90.99; $p = 0.00$). En este caso, las pruebas de contraste de Fisher detectaron diferencias significativas en cada una de las variables consideradas (Cuadro 13).

Cuadro 13. — Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) registradas en los machos juveniles de *C. biserialis* y *C. lineata*. La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias inter-específicas significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Machos juveniles <i>C. biserialis</i>	Machos juveniles <i>C. lineata</i>	Significancia
LC(mm)	34.76 ± 3.09 (22.54-52.06)	25.81 ± 2.16 (20.46-33.12)	0.00
DEO(mm)	3.67 ± 0.14 (2.96-4.40)	3.22 ± 0.14 (2.86-3.70)	0.00
Lho(mm)	6.85 ± 0.27 (5.40-8.24)	6.33 ± 0.18 (5.78-7.15)	0.04
OH(mm)	3.31 ± 0.16 (2.56-4.70)	2.63 ± 0.11 (2.20-3.20)	0.00
AC(mm)	3.25 ± 0.21 (2.16-4.24)	2.58 ± 0.17 (2.06-3.40)	0.01
Peso(g)	3.47 ± 0.54 (1.25-5.91)	1.98 ± 0.38 (1.07-3.60)	0.00
% cola	23.63 ± 0.80 (20.78-29.44)	17.46 ± 0.64 (15.21-20.18)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

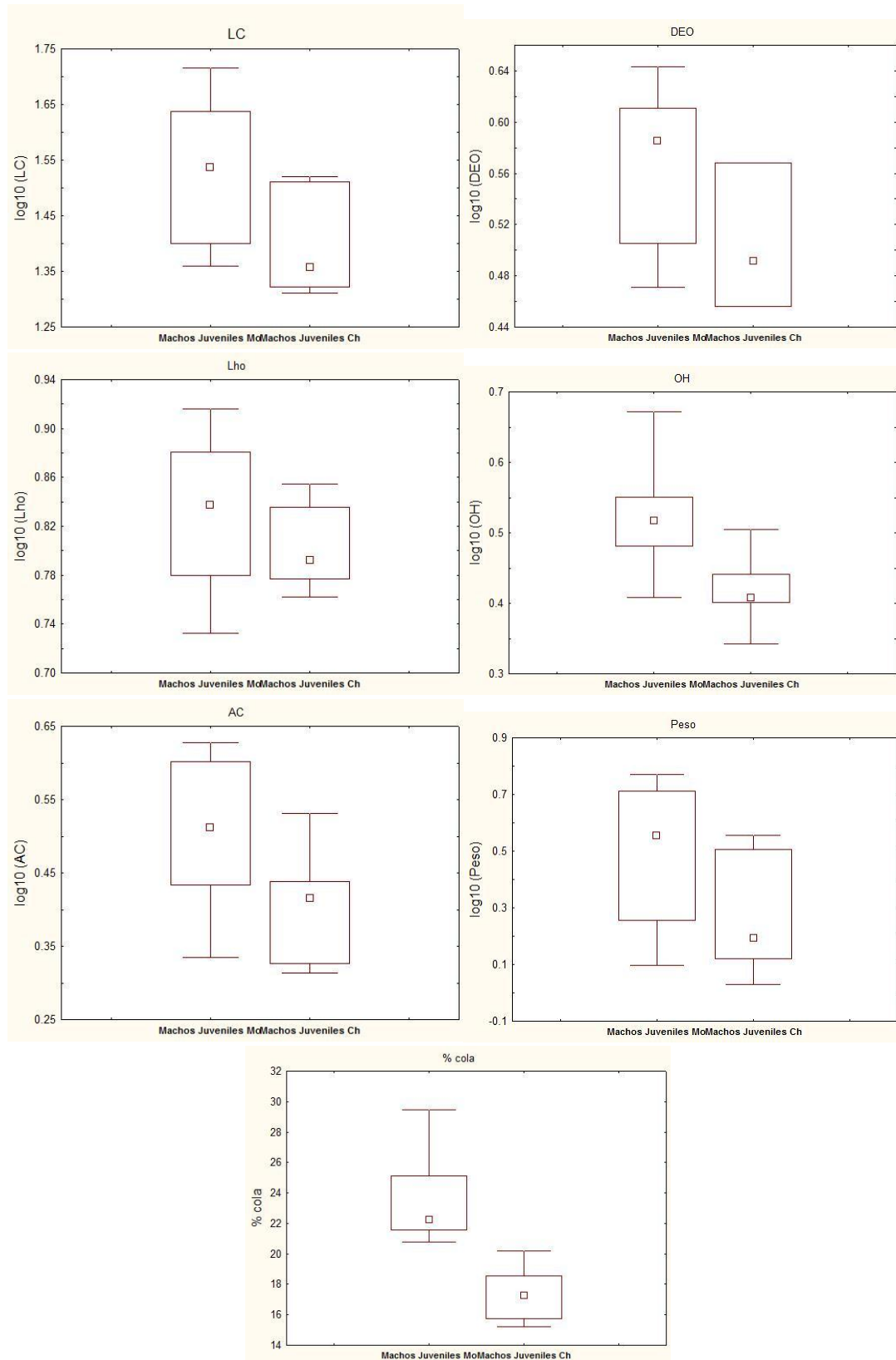


Figura 13. Diagramas de cajas para LC, DEO, Lho, OH, AC, el peso corporal y el porcentaje de la cola en relación al cuerpo en machos juveniles de ambas poblaciones, *C. biserialis* y *C. lineata*.

Hembras juveniles. El ANMUCOVA detectó diferencias interespecíficas significativas en las variables morfométricas conjuntas (Wilks lambda = 0.226; F = 3.50; gl = 18, 90.99; p = 0.00). En este caso, las pruebas de contraste de Fisher detectaron diferencias significativas en cada una de las variables consideradas (Cuadro 13), estos presentaron diferencias significativas solo en la distancia entre los ojos (DEO) y el peso corporal. Sin embargo, se observa una tendencia a los resultados de los grupos anteriores, ya que en las variables en las cuales se observó una diferencia significativa, los promedios en las medidas son mayores en la especie *C. biserialis* (Figura 14), lo cual indica que también son de mayor talla. Por otra parte el porcentaje de la cola es mayor en *C. biserialis*, la tasa promedio longitud de la cola/longitud corporal fue 1.18 veces mayor en las hembras de Morelos que en las hembras de Chilchotla (Cuadro 13, Figura 14).

Cuadro 13. Estadísticas descriptivas del peso y las variables morfométricas ($\bar{x} \pm ES$ e intervalo de variación) registradas en las hembras juveniles de *C. biserialis* y *C. lineata*. La columna de la derecha muestra los resultados de las pruebas de contraste de Fisher realizadas con el fin de detectar posibles diferencias interespecíficas significativas en las variables consideradas. La última hilera muestra, para cada sexo, el porcentaje de la longitud de la cola con respecto a la longitud del cuerpo.

Variable	Hembras juveniles <i>C. biserialis</i>	Hembras juveniles <i>C. lineata</i>	Significancia
LC(mm)	25.47 ± 1.39 (18.9-33.14)	21.95 ± 1.22 (15.22-25.94)	0.06
DEO(mm)	3.51 ± 0.08 (3.16-4.20)	2.98 ± 0.09 (2.40-3.34)	0.00
Lho(mm)	6.74 ± 0.19 (5.50-8.04)	6.58 ± 0.21 (5.80-7.30)	0.45
OH(mm)	3.09 ± 0.07 (2.76-3.30)	2.87 ± 0.08 (2.44-3.25)	0.14
AC(mm)	2.98 ± 0.22 (1.90-4.70)	2.77 ± 0.12 (2.38-3.24)	0.52
Peso(g)	2.89 ± 0.35 (1.39-4.87)	2.16 ± 0.28 (1.28-4.02)	0.00
% cola	17.66 ± 0.51 (11.89-19.41)	14.90 ± 0.52 (12.40-16.89)	

LC = longitud de la cola; DEO = distancia entre los ojos; Lho = longitud del hocico; OH = distancia de la punta del hocico al ojo derecho; AC = ancho de la cloaca.

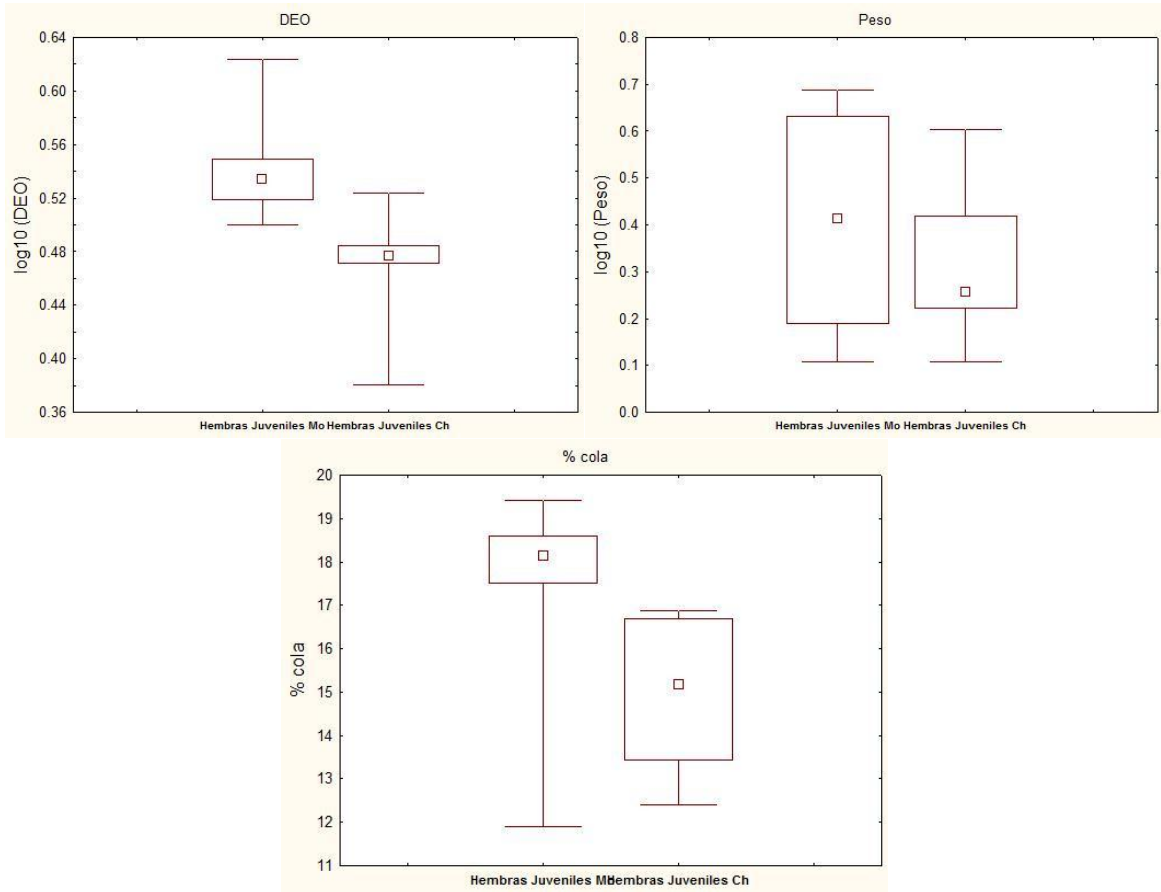


Figura 14. Diagramas de cajas para DEO, el peso corporal y el porcentaje de la cola en hembras juveniles de ambas poblaciones, *C. biserialis* y *C. lineata*.

Análisis de resultados.

Este es uno de los pocos trabajos en donde se reportan datos de biología térmica de serpientes pequeñas de hábitos secretivos. Los promedios de temperatura corporal, de *C. biserialis* y *C. lineata*, fueron relativamente bajos. Esto puede deberse a los hábitos secretivos de estas especies, ya que la mayor parte de su vida se encuentran entre la hierba o debajo de escombros (rocas, hojarasca, troncos, etc.), en donde difícilmente llegan los rayos solares, lo que probablemente provoca que su temperatura corporal dependa en gran medida de la temperatura del sustrato donde se encuentran, más que de la temperatura del aire o del sol.

C. biserialis es una serpiente pequeña de hábitos secretivos, si bien es relativamente abundante en el área de estudio, es muy difícil observarlas activas, ya sea desplazándose o asoleándose. Sólo se capturaron tres serpientes en actividad. En consecuencia, los datos de temperatura corporal prácticamente son de serpientes encontradas en refugios. No es claro si estos eran permanentes o temporales. Sin embargo, dos aspectos hacen pensar que se trataba de refugios temporales y que las serpientes si se encontraban activas. Primero, en días nublados y fríos, o en horas relativamente tempranas o tardías, no se encontraban organismos en el área, lo que sugiere que se encontraban en refugios distintos a los comúnmente usados cuando están en actividad. Por otro lado, prácticamente en todas las serpientes la T_c fue mayor que la del sustrato. Esto sugiere que las mismas se encontraban activas. La razón es que si se encontraran inactivas su temperatura corporal debería de ser similar a la de su sustrato ya que, al tratarse de organismos ectotermos, se esperaría que ambas temperaturas fueran similares (la del organismo y la del sustrato). No obstante, solo en una serpiente la T_c fue similar a la T_s , y en otras tres la segunda fue mayor que la primera encontrándose el sustrato relativamente caliente (32.5 °C en promedio).

La temperatura corporal promedio de *C. biserialis* fue de 27.21 ° C Este valor es relativamente bajo cuando se compara con la de serpientes tales como *Elaphe obsoleta*, que presenta un promedio de temperatura de 29.6 ° C (Hammerson, 1979), o *Masticophis lateralis* que tiene un promedio de 33.4 ° C (Blouin-Demers y Weatherhead, 2001).

La temperatura corporal promedio fue similar en juveniles, machos y hembras de *C. biserialis*. Sin embargo, la temperatura del sustrato circundante al refugio de la serpiente (T_{co}) fue más alta para las hembras adultas. Esto sugiere que las hembras con

mayor frecuencia se desplazan por áreas térmicamente más favorables que los juveniles o los machos adultos. No es totalmente claro porque esto es así. Una posibilidad es que las hembras posean una mayor libertad para elegir los sitios que frecuentan. Los machos podrían buscar a las hembras para propósitos de apareamiento y esto podría de alguna manera obligarlos a refugiarse con más frecuencias en sitios térmicamente poco óptimos. Por otro lado, los juveniles, para evitar a los adultos, podrían frecuentar sitios relativamente fríos (la T_{co} fue menor en los juveniles que en los adultos).

Una situación similar ocurre con *C. lineata* y, dado el parentesco cercano con *C. biserialis*, podríamos asumir circunstancias y acontecimientos similares.

Comparación de la biología térmica de *C. biserialis* y *C. lineata*

Los organismos de *C. biserialis* tuvieron temperaturas corporales promedio significativamente más altas que las de *C. lineata*, y en particular más altas que la de los organismos juveniles de la población de Chilchotla. Similarmente, tanto la temperatura de los refugios (T_s) como la de los sustratos circundantes a los mismos (T_{co}) fueron mayores en Huitzilac, Morelos que en Chilchotla, Puebla. Esto sugiere que la temperatura del microhábitat tiene un efecto notable en la temperatura corporal de los organismos. Esto es particularmente evidente en el caso de las serpientes juveniles: la temperatura del refugio fue mucho más baja para *C. lineata* y esto se refleja en su menor temperatura corporal en relación a los de *C. biserialis*.

Las diferencias en las temperaturas corporales mantenidas en campo entre ambas especies pueden tener efectos importantes en otros aspectos de su ecología. Muchas actividades vitales, tales como la eficiencia con la que se digiere el alimento, o la habilidad para detectar y huir de depredadores, se realizan mejor en temperaturas relativamente elevadas (Huey, 1982). En consecuencia, en principio, debe ser desventajoso ser activo en temperaturas no óptimas (por abajo o por arriba del intervalo de temperaturas corporales en las cuales se realizan mejor las actividades vitales). De este modo, si se asume que ambas especies poseen intervalos de temperaturas óptimas similares, como ocurre con muchas especies de reptiles cercanamente emparentados (Heatwole, 1976), las serpientes de Chilchotla, Puebla estarían en desventaja con respecto a las de Huitzilac, Morelos. La razón es que la temperatura corporal más baja en los ejemplares de

C. lineata, en principio, provocaría una menor eficiencia en la mayoría de sus actividades vitales. Sin embargo, se necesitan datos de temperaturas corporales preferidas en combinación con datos de dependencia térmica de aspectos tales como velocidad de carrera a diferentes temperaturas, para corroborar esta hipótesis.

Tendencias termorreguladoras

En *C. biserialis* se encontró una correlación positiva entre la temperatura corporal y la temperatura del refugio o la temperatura del suelo circundante al mismo. Huey y Slatkin (1976) sugieren que una pendiente de cero indica termorregulación perfecta mientras que una cercana a uno indica termoconformismo. En la población de *C. biserialis* de Hutzilac, Morelos, las pendientes fueron de alrededor de 0.5. En consecuencia, se espera que en esta área la especie sea en gran parte termoconformista. Sin embargo, este método tiene el inconveniente de que al usar las temperaturas donde se encuentra el reptil, o (en este caso) donde potencialmente pudo desplazarse por diferentes propósitos, se ignora el hecho de que el propio organismo, con fines termorregulatorios, pudo elegir el sitio involucrado. No obstante, el intervalo amplio de temperaturas corporales (Tabla 1) encontradas en estas serpientes, lo cual es típico de organismos estenotermos, y el hecho de que difícilmente se les observa asoleándose, sugiere algún grado de termoconformismo (Cowles y Bogert, 1944).

La pendiente de la recta fue ligeramente mayor en el caso de la relación T_c-T_s que en la de T_c-T_{co} . Esto sugiere que la temperatura del refugio puede influenciar más la temperatura corporal que la del sustrato circundante al refugio. Es posible que durante las horas de actividad, las serpientes inviertan relativamente más tiempo en refugios temporales que fuera de ellos buscando alimento, y que esto provoque que se detecte una relación T_c-T_s más estrecha.

En *C. lineata* también se encontró una correlación positiva entre la temperatura corporal y la del sustrato. Así mismo, el intervalo de temperaturas corporales fue amplio. Como en el caso de *C. biserialis*, *C. lineata* parece ser principalmente un termorregulador conformista. Sin embargo, las pendientes de las rectas involucradas fueron cercanas a 1.0 en el caso de los organismos adultos. Esto sugeriría un mayor conformismo térmico en *C. lineata* que en *C. biserialis*. Sin embargo, la varianza en las temperaturas corporales fue más alta en la primera que en la segunda especie (21.0 y 15.5, respectivamente) y,

contrariamente el tamaño de muestra fue más baja en la población de Chilchotla. De este modo, es necesario tener tamaños de muestra más grande para confirmar esta tendencia.

Cabe señalar que sólo se observaron tres serpientes en actividad y nunca se observó a alguna de ellas asoleándose o mostrando algún comportamiento termorregulatorio. Esto sugiere que *C. biserialis* y *C. lineata* son reptiles tigmotermos típicos, que obtienen todo o casi todo el calor necesario para calentar sus cuerpos por contacto directo con el suelo en el que se desplazan. También, es posible que disminuyan la tasa de pérdida de calor al seleccionar refugios (rocas) con propiedades térmicas adecuadas. Una inercia térmica de este tipo ha sido sugerida como importante en la termorregulación de *Chalcides bedriagai* (López Jurado *et al.*, 1978) y *Plestiodon obsoletus* (Hall, 1977). Ambos reptiles seleccionan refugios debajo de las piedras para calentarse. Además del beneficio térmico, debajo de las piedras la humedad es elevada y los invertebrados que viven allí son una posible fuente de alimento para estos organismos, al tiempo que disminuye el riesgo de depredación (Gans, 1974).

Si bien es particularmente difícil observar en actividad a ambas especies de serpientes esto no implica que no exhiban comportamientos termorregulatorios (asoleo directo o acercamiento a sustratos calientes). Excepto en cuatro organismos, en todas las serpientes examinadas la temperatura corporal fue mayor que la del sustrato vecino a su refugio (lo cual se refleja en las temperaturas corporales y control promedio –Cuadros 1 y 3). Esto sugiere que las serpientes deben ganar calor por una fuente distinta al calor que se desprende de suelo por donde se desplazan. Dando cavidad a la posibilidad de algún comportamiento termorregulatorio.

Dimorfismo sexual.

Conopsis biserialis y *C. lineata* son diferentes a muchas especies de serpientes en que no hay dimorfismo sexual ni en el tamaño corporal ni en la forma de la cabeza. En serpientes en donde se ha encontrado dimorfismo en tamaño se ha asumido que este, difiere entre especies y poblaciones, debido que puede estar condicionado por factores abióticos, ecológicos, ambientales, filogenéticos y geográficos (Vitt y Vangilder 1983, Cadle y Greene 1993, Di-Bernardo 1998, Barron y Andraso 2001). Generalmente el dimorfismo sexual asociado con la forma o medidas en la cabeza en serpientes, están

relacionadas con los hábitos alimenticios, dieta, comportamiento, etc. (King, 1989; Shine, 1993), sin embargo podemos inferir, que al no presentar diferencias significativas en las diferentes medidas registradas para la cabeza, no existen diferencias en el comportamiento, hábitos alimenticios o dieta entre machos y hembras.

La ausencia de dimorfismo sexual en estas especies sugiere que ambos sexos poseen papeles ecológicos similares. También, podría asumirse que prácticamente no hay competencia masculina por las hembras o elección femenina de machos mejor dotados. Sin embargo, al menos para *C. biserialis*, es de notarse que si bien no hubo diferencias significativas en tamaño y forma del cuerpo, hay una tendencia en los machos (adultos y juveniles) a tener valores más altos en las variables relacionadas con el tamaño de la cabeza (distancia entre ojos, longitud del hocico y longitud del hocico al ojo). De hecho en juveniles la longitud del hocico al ojo (HO) es significativamente más grande en machos que en hembras. Es posible, por lo tanto, que dada la variación involucrada en los datos, sea necesario contar con tamaños de muestra más grandes con el fin de detectar diferencias sexuales significativas.

Las serpientes macho suelen tener colas más largas en relación con la longitud de su cuerpo que las hembras, pero la magnitud de este dimorfismo varía según la especie. Tres hipótesis se han propuesto para explicar el dimorfismo en la cola de las serpientes. La hipótesis de restricción morfológica propone que los machos tienen una cola relativamente más larga para dar cabida a sus hemipenes y músculos retractores. Otra hipótesis, enfocada a las hembras, propone un beneficio en su éxito reproductivo: al presentar una cola relativamente corta, una hembra puede mejorar su capacidad reproductiva debido a que esto facilitará la cópula con su consorte. Y por último la hipótesis de apareamiento propone que la selección sexual favorece la cola relativamente más larga en los machos para facilitar el cortejo (Burt, 1928).

Si bien las hipótesis señaladas no son mutuamente exclusivas, en el caso de *C. biserialis* y *C. lineata*, los resultados apoyan preferentemente la tercera hipótesis. La razón es la siguiente. Primero, si la primera hipótesis fuera cierta los machos tendrían colas largas en virtud de tener la base de sus colas relativamente anchas (con el fin de alojar adecuadamente los hemipenes). Sin embargo, esto no es el caso. En ambas especies, la base de la cola (la anchura de la cloaca es similar al ancho de a base de la cola) es más angosta en los machos que en las hembras. Asimismo, si la segunda hipótesis fuera cierta se esperaría que la LHC fuera mayor en las hembras que en los

machos. Si ambos sexos tienen la misma longitud corporal total entonces una cola más corta implicaría una mayor LHC. No obstante, en ninguna de las dos especies hubo diferencias significativas sexuales en la LHC.

En muchas especies de serpientes la mayor longitud de la cola en los machos favorece el apareamiento. Durante la cópula, el macho alinea y entrelazan su cuerpo con el de la hembra. Enseguida, con la ayuda de su cola, levantan la parte posterior del cuerpo de la hembra y, con el fin de poner en acción alguno de sus hemipenes (Carpenter, 1986), colocan su cloaca enfrente de la cloaca de la hembra. De este modo, el poseer una cola más larga puede implicar un mayor éxito reproductivo. Sin embargo, es necesario estudiar el comportamiento reproductivo de estas especies para poder respaldar adecuadamente esta hipótesis.

No es claro por qué las hembras tienen cloacas más anchas que los machos. Es posible que la mayor anchura de la cloaca en las hembras (detectada en ambas especies) facilite el nacimiento de las crías. Sin embargo, en muy pocos estudios se ha detectado dimorfismo en el ancho de la cloaca y no se encontró algún estudio experimental que apoyara o refutara esta proposición.

Si bien no hubo diferencias sexuales significativas en la LHC, a pesar de que la LHC promedio fue mayor en hembras que en machos (especialmente en el caso de *C. lineata*), en ambas poblaciones las hembras son significativamente más pesadas que los machos. En la mayoría de las especies de reptiles que habitan zonas con clima estacional, los organismos almacenan energía en forma de lípidos durante la época favorable y después la utilizan en períodos críticos (*v. gr.*, el invierno) o en procesos altamente demandantes de energía (*v. gr.*, producción de huevos o gestación) (Shine, 2003). Este ciclo de almacenamiento y uso de grasa comúnmente es más acentuado en hembras que en machos. El mayor peso de las hembras en los organismos examinados sugiere que en *C. lineata* y *C. biserialis* puede ocurrir algo similar. Esto es, las hembras pueden depender más de sus grasas almacenadas que los machos (Camilleri y Shine, 1990).

Comparaciones interespecíficas

C. biserialis es más larga que *C. lineata*. Asimismo, ambas especies difieren en tamaño y forma de la cabeza, y en la longitud relativa de la cola. *C. biserialis* posee cabezas más grandes y colas más cortas en relación a su cuerpo que *C. lineata*. En parte estos resultados concuerdan con lo reportado por Canseco y Gutiérrez (2010), en la descripción de estas especies. No es claro hasta qué punto estas diferencias impliquen adaptaciones locales a sus ambientes respectivos. En el caso de diferencias sexuales en el tamaño de la cabeza, se ha interpretado que el mayor tamaño de cabeza en uno de los sexos, típicamente en el macho, puede ser resultado de diferencias en su dieta o bien de la selección sexual favoreciendo machos con cabezas grandes, en el caso de que el mayor tamaño de cabeza confiera alguna ventaja en la competencia masculina por hembras, o en el control de éstas durante la cópula (Burt, 1928). En este caso, dado que prácticamente no hay diferencias sexuales en el tamaño de la cabeza, las diferencias interespecíficas pueden ser explicadas principalmente por diferencias en su ecología (v. gr., diferencias en dieta), o como consecuencia de sus diferencias genéticas (o ambas). Es recomendable, por lo tanto, realizar estudios adicionales para poder interpretar el significado de las diferencias encontradas.

Como se señaló arriba, las hembras de *C. biserialis* tienen colas más largas en relación a su cuerpo que las hembras de *C. lineata*. Como en caso del tamaño de la cabeza, es posible que esto tenga un significado ecológico (por ejemplo, el tamaño de cola relativamente más pequeño podría estar asociado con diferencias en el comportamiento durante la cópula) o que principalmente sea una consecuencia de la divergencia genética ocurrida desde su divergencia a partir de un antecesor común. Por lo tanto, como en el caso anterior, se necesita de investigación adicional para aclarar el significado de estas diferencias.

Además de las diferencias interespecíficas en la forma y tamaño de las serpientes también podemos notar diferencias marcadas en el patrón de coloración (obs. personal), la cual es fácil observar, esto es el patrón de manchas que presentan en el dorso, *C. biserialis* presenta un patrón de dos series de manchas en el dorso que corren longitudinalmente a lo largo del cuerpo, o un patrón de manchas estrechas transversales con los bordes aserrados, simulando dos líneas que corren longitudinalmente a lo largo del dorso y *C. lineata* presenta un patrón de una serie de manchas o líneas oscuras que corren longitudinalmente a lo largo del cuerpo, algunos ejemplares presentan manchas

estrechas longitudinalmente, todo esto simulando una línea que corre a lo longitudinalmente a lo largo del dorso. Esta es la diferencia más marcada para poder diferenciar una especie de la otra, ya que tanto en tamaño y forma del cuerpo son muy similares.

Conclusiones

Las temperaturas registradas para las especies estudiadas, *C. biserialis* y *C. lineata*, no variaron entre sexos, los promedios fueron similares en hembras y machos en ambas poblaciones, tanto en adultos como juveniles. Sin embargo, las temperaturas registradas fueron ligeramente más altas en la población de Huitzilac, Morelos.

Podría afirmarse que la eficiencia termorregulatoria de *C. biserialis* y *C. lineata*, es relativamente baja debido principalmente a que son organismos de hábitos secretivos. Por esta razón, y dados los resultados obtenidos, consideramos que estas especies se comportan principalmente como organismos termoconformistas. Por otro lado, dado que estas especies se encuentran en mayor proporción bajo rocas, puede concluirse que estos microhábitats tienen un efecto notable en su biología térmica.

Las especies estudiadas mostraron dimorfismo sexual, las hembras son ligeramente más grandes y pesadas que los machos, característica que se observa desde la etapa juvenil.

Los machos presentan colas más largas, característica propia de los machos en el caso de las serpientes. Contrario a esto las hembras en ambas poblaciones mostraron cloacas más grandes, esto asociado a los hábitos reproductivos de estas especies.

C. biserialis es una especie de talla mayor en comparación con *C. lineata*. Sin embargo la principal característica que las hace diferentes, es el patrón de manchas que corre longitudinalmente a lo largo del dorso.

Literatura citada:

- Bailey, R. M. 1949. Temperature toleration of garter snakes in hibernation. Ecology, 30 (2): 238-242.
- Barron, J. N. y G. M. Andraso. 2001. The influence of fall foraging success on follicle number in the northern water snake, *Nerodia sipedon*. Journal of Herpetology 35: 504-507.
- Blouin-Demers, G y P. J. Weatherhead. 2001. Habitat use by black rat snakes (*Elaphe obsoleta obsoleta*) in fragmented forests. Ecology 82: 2882-2896.
- Blouin-Demers, G. y Weatherhead, P.J. 2001. Thermal ecology of black rat snakes (*Elaphe obsoleta*) in a thermally challenging environment. Ecology, 82(11): 3025 – 3043.
- Bogert, C. M. 1949. Thermoregulation in reptiles. A factor in evolution. Evolution, 3(3): 195-211.
- Brattstrom, B. H. 1965. Body temperatures of reptiles. Am. Midl. Nat. 73: 376-422.
- Burt, C. E. 1928. Sexual dimorphism in the tail length of the common garter snake, *Thamnophis sirtalis sirtalis* (Linne). Copeia 166, 13-14.
- Cadle, J. E. y H. W. Greene. 1993. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of Neotropical snake assemblages. En: Rickelfs RE & D Schluter (eds) Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives: 281-293. University Chicago Press, Chicago, USA.
- Camilleri, C. y Shine, R. 1990. Sexual dimorphism and dietary divergence: differences in trophic morphology between male and female snakes. Copeia 1990(3): 649-658.
- Canseco-Marquez, L. y M.G. Gutierrez-Mayén. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. CONABIO. México. 302 p.
- Carpenter, C. C. 1956. Body temperatures of three species of *Thamnophis*. Ecology, 37(1): 732-735.
- Carpenter, C. C. 1986. An inventory of combat rituals in snakes. Smithsonian. Herp. Inf. Serv. 69, 1-18.
- Castro-Franco, R y Aranda, E. E. 1984. Estudio preliminar sobre la ecología de los reptiles del estado de Morelos. Tesis Profesional, Fac. Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 131 pp.

- Centro Estatal de Desarrollo Municipal. 1991. Semblanza de las 7 Regiones Socioeconómicas del Estado de Puebla, México.
- Christian, K. A. y C. R. Tracy. 1981. The effect of the thermal environment on the ability of hatchling Galapagos land iguanas to avoid predation during dispersal. *Oecologia* 49(2):218–223.
- Cowles, R. B., y C. M. Bogert. 1944. A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 83: 261-296
- Darwin, C. R. 1871. The Descent of Man and Selection in Relation to Sex. John Murray, London, England. 1031 p.
- Di-Bernardo M (1998). História natural de uma comunidade de serpentes da borda oriental do planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis Doctoral, Instituto de Biociencias do Campus de Rio Claro, Universidad Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 119 p.
- Di-Bernardo, M. 1998. Historia natural de urna comunidade de serpentes da borda oriental do planalto das Araucarias, Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis Doctoral, Instituto de Biociencias do Campus de Rio Claro, Universidad Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 119 pp.
- Fitch, H.S. 1981. Sexual size differences in reptiles. Miscellaneous publication of the Museum of Natural History, University of Kansas, Number 70:1-72
- Fontanillas, J.C., C. García y I. de Gaspar. 1999. Los reptiles, Biología, Comportamiento y patología. Ediciones Mundi-Prensa. España. 153 pp.
- Gans, C. 1974. *Biomechanics. An approach to vertebrate biology.* Lippincot, Philadelphia.
- García, A. E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios. México. 217 p
- García-Berthou, E., y R. Moreno-Amich. 1993. Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of the reproductive cycle. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:1394–1399.
- Gibbons, J.W. 1972. Reproduction, growth, and sexual dimorphism in the Canebrake Rattlesnake (*Crotalus horridus atricaudatus*). *Copeia* 1972(2):222–226.
- Gobierno del Estado de Puebla. 1988. Secretaría de Gobernación, Los Municipios de Puebla, México.

- Goyenechea, 2000. Filogenia del género *Conopsis* Günther, 1858 (Serpentes: Colubridae) con un análisis cladista del grupo de pequeñas culebras de Norteamérica. Tesis doctorado Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 179 p.
- Goyenechea, I., y Flores-Villela, O. 2006. Taxonomic summary of *Conopsis*, Gunther, (Serpentes: Colubridae). Zootaxa 1271:1-27.
- Goyenechea, MG. I. y O. Flores Villela. 2002. The taxonomic status of the snake genera *Conopsis* and *Toluca* (Colubridae). J. of Herpetology. 36 (1): 92-95.
- Greenwald, O. E. 1974. Thermal dependence of striking and prey capture by gopher snakes. Copeia, 1974(1): 141-148.
- Greer, A. E. 1966. Viviparity and oviparity in the snake genera *Conopsis*, *Toluca*, *Gyalopion*, and *Ficimia*, with comments on *Tomodon* and *Helicops*. Copeia 1966: 371-373.
- Hall, R. J. 1971. Ecology of a population of the great plain skin (*Eumeces obsoletus*). Univ. Kansas. sci. Bul. 49: 357-388.
- Hammerson, Geoffrey A. 1979. Thermal ecology of the striped racer, *Masticophis lateralis* Herpetologica 35-3. 267-273
- Heatwole, H. 1976. Reptile ecology. University Queensland Press, Australia. 178 p
- Hertz, P. E., R. B. Huey y E. Nevo. 1983. Fight versus flight: body temperature influences defensive response of lizards. Animal Behaviour. 30: 676-699.
- Huey, R. B. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. Biology of the reptilia. C. Gans and F. H. Pough (eds). Academic Press, New York. Vol. 12: 17-23
- Huey, R. B. y M. Slatkin. 1976. Costs and benefits of lizard thermoregulation. Quarterly Review of Biology 51: 363-384.
- Huey, R. B., C. R. Peterson, S. J. Arnold y W. P. Porter. 1989. Hot rocks and not-so-hot rocks: reatrat-site selection by garter snake and its termal consequences. Ecology, 70(4): 931-944.
- Kapfer, J. M. 2009. Body size and sexual size dimorphism of Bullsnares (*Pituophis catenifer sayi*) in Wisconsin, USA. Herpetological Conservation and Biology 4(3):353-357.
- King, R. B. 1989. Sexual dimorphism in snake tail length: sexual selection, natural selection, or morphological constraint?. Biol. J. Linn. Soc. 38: 133-154.

- López-Jurado, L. F. P. Jordano y M. Ruiz. 1978. Ecología de una población insular mediterránea del eslizón ibérico, Chalcides bedriagai (Sauria, Scincidae). Doñana, Acta Vertebrata, 5: 19-34.
- Lueth, F. X. 1941. Effects of temperature on snakes. Copeia 3: 125-132.
- Moore, R.G. 1978. Seasonal and daily activity patterns and thermoregulation in the southwestern desert speckled rattlesnake (*Crotalus mitchellii* Pyrrhus) and the Colorado Desert sidewinder (*Crotalus cerastes laterorepens*). Copeia 1978: 439-442.
- Peterson, C. R. 1987. Daily variation in the body temperatures of free-ranging garter snakes. Ecology 68(1): 160-169.
- Ramirez-Bautizta A. y V. Olvera-Becerril. 2004. Reproduction in the Boulder Spiny Lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae), from a Tropical Dry Forest of Mexico. Journal of Herpetology, 38(2): 225–231
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 p.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1995. Nonparametric methods for fisheries data analysis and their application in conjunction with other statistical techniques to study biological data of the Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* in Tokyo Bay. Ph.D. Dissertation, Fisheries Department, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Tokyo, Japan.
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, “Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres, Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la federación. México. 78 p.
- Semlitsch, R. y Gibbons, J. W. 1982. Body size dimorphism and sexual selection in two species of water snakes. Copeia, p. 974-976.
- Shaw, C.E. 1951. Male combat in American colubrid snakes with remarks on combat in other colubrid and elapid snakes. Herpetologica 7: 149–168.
- Shine, R. 1978. Sexual size dimorphism and male combat in snakes. Oecologia 33: 269–277.
- Shine, R. 1986. Sexual differences in morphology and niche utilization in an aquatic snake, *Acrochordus arafurae*. Oecologia 69: 260-267.
- Shine, R. 1993. Sexual dimorphism in snakes: ecology and behavior.: Mc Graw-Hill. New York. pp 49-86

- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. Copeia 1994: 326–346.
- Shine, R. 2003. Reproductive strategies in snakes. Proceedings of the Royal Society of London 270: 995-1004.
- Smith, H. M. y L. E. Laufe. 1945. Notes on a herpetological collection from Oaxaca. Herpetologica 3: 1-19.
- STAT SOFT, INC. 2004. Statistica (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Stevenson, R. D., C. R. Peterson y J. S. Tsuji. 1985. The thermal dependence of locomotion, tongue flicking, digestion and oxygen consumption in the wandering garter snake. Physiol. Zoo. 58 (1): 46-57.
- Stewart, G. R. 1965. Thermal ecology of the garter snakes *Thamnophis sirtalis concinnus* (Hallowell) and *Thamnophis ordinoides* (Baird and Girard). Herpetologica 21(2): 81-102.
- Taylor, E. H., y Smith, H. M. 1942. The snake genera *Conopsis* and *Toluca*. Univ. Kansas Sci. Bull. 28(15): 325-363.
- Vitt L.J., y L.D. Vangilder. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. Amphibia- Reptilia 4: 273-296.