



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

CARRERA DE BIOLOGÍA

**Biología reproductiva de *Plestiodon brevirostris* (Squamata:
Scincidae) en el centro-este del estado de Puebla**

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

Laura Chávez López

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Manuel Feria Ortiz



México, D. F.

Noviembre, 2012.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi mami y papi, gracias a su amor, apoyo, esfuerzo, valores, enseñanzas y sacrificio, los cuales hoy se ven reflejados en este trabajo. Papás los amo con todo el corazón y agradezco a Dios por tenerlos conmigo, porque han sido mi impulso para seguir adelante

A mis hermanos, Lupillo, Miriam, Marcos y Leslie, los cuales han sido fuente de inspiración. Los amo y gracias por compartir alegrías y tristezas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y permitirme llegar a este día.

Al “profe”, Dr. Manuel Feria Ortiz, por aceptarme en su equipo de trabajo, por la dirección de esta tesis, ya que sin su ayuda no habría logrado concluirla, así como también la contribución en las colectas y fuentes bibliográficas.

A los sinodales y revisores: M. en C. María de las Mercedes Luna Reyes, M. en C. Nicté Ramírez Priego, Dr. David Nahum Espinosa Organista y Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, por cada una de sus valiosas observaciones, las cuales han mejorado el presente trabajo.

A Mares, porque estuviste conmigo a lo largo de toda mi carrera, por tu apoyo y sobre todo por darme impulso para seguir adelante y poder concluir mi carrera, por tu ayuda en campo, la cual fue fundamental en este trabajo, por todos los momentos a tu lado, por regalarme risas, en verdad gracias por todo.

A todas aquellas personas que hicieron gratos todos aquellos momentos en los que permanecí en la Facultad.

Y una mención especial a todas las lagartijas que dieron su vida para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

Introducción	5
Antecedentes	10
Justificación	12
Objetivos	13
Descripción de la especie	14
Descripción del área de estudio	16
Método	18
Resultados	22
Discusión	40
Conclusiones	46
Literatura citada	47

INTRODUCCIÓN

El estudio de la biología reproductiva en reptiles ha generado información sobre diversos parámetros de su historia de vida. Un aspecto que se refleja en la misma es la enorme variación existente en diferentes parámetros reproductivos. Por ejemplo, aún especies estrechamente relacionadas, que viven en una misma área, pueden diferir en su modo de reproducción (oviparidad y viviparidad), en el tamaño de puesta o de camada que produzcan y en la edad y tamaño en el que los jóvenes alcancen la madurez sexual (Dunham, 1994; Shine, 2005; González-Espinoza, 2006).

Así mismo, se ha detectado una variabilidad notable en los ciclos reproductivos de los reptiles. Esto es, los tiempos en los que ocurren eventos reproductivos tales como reposo o actividad gonádica, gestación, etc., también difieren tanto inter como intraespecíficamente (Fitch, 1970; Dunham, 1994). Pueden reconocerse dos categorías principales de ciclos reproductivos, los continuos y los estacionales; si bien pueden presentarse condiciones intermedias, como es el caso de algunas lagartijas que presentan actividad reproductora durante prácticamente todo el año, aunque la actividad sea mayor en ciertas temporadas (Fitch, 1970; Licht, 1984).

El patrón continuo, en donde los organismos se reproducen a lo largo de todo el año, es comúnmente observado en especies que habitan en zonas tropicales (Fitch, 1970; Licht, 1984; González-Espinoza, 2006). Como en el caso de *Mabuya striata* (Simbotwe, 1980) y *Cnemidophorus lemniscatus* (Mojica *et al.*, 2003).

Las especies con patrones estacionales, se caracterizan por presentar su actividad reproductora en la época favorable del año. Los patrones estacionales son comunes en especies de ambiente templado, y pueden ser asociados o disociados. Es asociado cuando las hembras y los machos presentan gametogénesis en el mismo tiempo; en cambio, cuando es disociado, los machos presentan actividad testicular y las hembras la ovulación en diferente época del

año (Guillette & Casas-Andreu, 1980; Guillette & Sullivan, 1985; González-Espinoza, 2006; Arriaga-Nava, 2010).

Los patrones reproductivos estacionales también pueden ser primaverales u otoñales. En las especies con ciclo reproductivo primaveral la actividad gonádica ocurre durante la primavera y los primeros meses de verano, mientras que en las que exhiben actividad reproductiva otoñal, la actividad gonádica ocurre principalmente durante los meses de otoño, las hembras permanecen preñadas durante el invierno y las crías nacen a principios de primavera (Guillette, 1983; Vitt & Cooper, 1985, 1986; Ramírez Bautista *et al.*, 1996, 1998).

El género *Plestiodon* está integrado por alrededor de 40 especies las cuales tienden a ser abundantes dentro de su área de distribución. Algunas especies, tales como *P. laticeps* (Vitt & Copper, 1985), *P. fasciatus* y *P. inexpectatus* (Vitt & Copper, 1986) son ovíparas y las hembras incuban a sus huevos hasta el momento de su oclusión, otras, como *P. copei* (Guillette, 1983; Ramírez Bautista *et al.*, 1996) y *P. lynxe* (Ramírez Bautista *et al.*, 1998) son vivíparas y exhiben un ciclo reproductivo otoñal.

En las especies ovíparas señaladas arriba, ambos sexos se tornan activos en primavera después del período de inactividad relativa invernal, e inmediatamente inician su actividad reproductiva. La vitelogénesis comienza en abril, la ovulación y puesta de huevos comienza a mediados de mayo y culmina a principios de junio. Las hembras depositan sus huevos en nidos que ellas mismas construyen, ya sea en leños caídos o árboles, y posteriormente incuban su nidada hasta el momento de la eclosión de los huevos, el cual ocurre de mediados de julio a mediados de agosto (Vitt & Copper, 1985, 1986). En el caso de los machos, los testículos comienzan a agrandarse en los meses de abril y mayo, y posteriormente a disminuir entre los meses de junio y septiembre, el cual coincide cuando las hembras incuban los huevos. La cópula generalmente se lleva a cabo

principalmente durante mayo y principios de junio, pero podría ocurrir tan pronto como a finales de abril (Vitt & Copper, 1985).

En el caso de las especies vivíparas, *Plestiodon lynxe* y *P. copei*, la vitelogénesis ocurre entre los meses de agosto y septiembre, el cortejo y apareamiento a finales del verano y principios del otoño y la ovulación a finales de otoño (*P. copei*) o principios de invierno (*P. lynxe*). En ambas especies el desarrollo embrionario sucede durante el invierno y el parto ocurre al comienzo de la primavera, cuando la disponibilidad de alimento es mayor. En el caso de los machos, el desarrollo máximo del volumen testicular ocurre durante la primavera y verano, decreciendo rápidamente en el otoño (Axtell, 1960; Guillette, 1983; Ramírez Bautista *et al.*, 1996, 1998; Feria-Ortiz *et al.*, 2007).

Se han reportado varias ventajas de la viviparidad y en particular de la crianza otoñal. Las hembras se encuentran preñadas durante la época desfavorable, cuando el riesgo de depredación es relativamente bajo. Por otro lado, es oportuno que la preñez ocurra en un tiempo en el que alimento es escaso, ya que la carga de las crías limita el alimento que una hembra pueda consumir. También se han destacado algunas ventajas para las crías: (i) las hembras preñadas pueden regular su temperatura corporal de tal modo que proporcionen a sus embriones condiciones óptimas para su desarrollo; (ii) disminuye el riesgo de depredación en los embriones en sí; (iii) el nacimiento de las crías ocurre a principios de la época favorable, cuando el alimento disponible comienza a aumentar. Esto puede propiciar su crecimiento, aumentar su probabilidad de supervivencia y alcanzar más rápido su madurez sexual.

Ciclo de los cuerpos grasos e hígado

Muchos reptiles que habitan en zonas templadas almacenan lípidos en un par de cuerpos grasos abdominales, los cuales comúnmente son de forma triangular,

están constituidos por tejido adiposo y se encuentran ubicados inguinalmente dentro de la cavidad celómica del cuerpo (Guillette & Casas-Andreu, 1980; Méndez-de la Cruz *et al.*, 1988; Ramírez-Bautista *et al.*, 2006). Generalmente el almacenamiento de lípidos, tanto en los cuerpos grasos como en otros compartimientos corporales (cola, debajo de la piel, hígado) ocurre durante la época favorable. Posteriormente, la energía almacenada en forma de grasa se utiliza para apoyar eventos altamente demandantes de energía, tales como la hibernación y reproducción (Goldberg, 1972; Derickson, 1976; González-Espinoza, 2006; Ramírez-Bautista *et al.*, 2006).

En el caso de las hembras, la energía almacenada puede utilizarse para apoyar el crecimiento de los folículos, la manutención durante la época desfavorable o para ambos propósitos (Derickson, 1974; Guillette & Casas-Andreu, 1980; Méndez-de la Cruz *et al.*, 1988). En los machos, los lípidos almacenados en los cuerpos grasos se utilizan principalmente para apoyar actividades relacionadas con la reproducción (actividad territorial, cortejo y apareamiento) si bien, en principio también pueden utilizarse para manutención invernal y para apoyar la actividad testicular (Ballinger & Ketels, 1983).

El hígado, el cual puede funcionar como un órgano de almacenamiento de lípidos o glicógeno, se localiza en la cavidad torácica del cuerpo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2006). En las hembras de las especies que viven en ambientes estacionales, los lípidos de los cuerpos grasos se transfieren al hígado, donde se procesan para formar la vitelogenina, la sustancia que forma el vítelo de los folículos del ovario (Derickson, 1974).

En el caso de los machos, la energía almacenada en el hígado, puede utilizarse principalmente para manutención invernal o como auxiliar en actividades relacionadas con la reproducción, tales cortejo y apareamiento (Goldberg, 1972; Licht, 1984).

Tamaño de camada

El tamaño de camada se estima con el número de folículos agrandados y/o de huevos oviductales de las hembras gestantes (Ballinger, 1973). Sin embargo, una estimación más exacta sería mediante el número de crías vivas que dejan las hembras; las estimaciones con base en folículos agrandados o huevos en oviducto no consideran pérdida folicular ni la muerte de embriones en oviducto, la cual puede ser relevante en algunas especies (Farr & Gregory, 1991). El tamaño de camada (o de puesta en el caso de lagartijas ovíparas) es un componente esencial de la historia de vida de una especie, y se ha asociado con el tipo de paridad, edad a la madurez sexual, tamaño de la hembra y la duración de la estación reproductora (Dunham *et al.*, 1988; González-Espinoza, 2006).

En los reptiles, el esfuerzo reproductor se encuentra asociado a diferentes factores, como los ambientales (latitud, altitud, clima), ecológicos (disponibilidad de alimento), anatómicos (forma y tamaño del cuerpo de la hembra), fisiológicos y filogenéticos (Fitch, 1970; Tinkle, 1972; Vitt & Price 1982; Dunham, 1994; Rodríguez-Romero *et al.*, 2002).

La mayoría de las especies vivíparas, producen solo una camada por año. Esto debido a su prolongado periodo de gestación (Méndez-de la Cruz *et al.*, 1998). En cambio las especies ovíparas, pueden producir nidadas múltiples, como las del género *Urosaurus*, que tienen de dos a tres puestas por estación reproductiva (Dunham, 1981).

Tinkle (1972) realizó un estudio con varias especies de *Sceloporus*, el cual reveló que las especies de tamaño mayor tienden a tener tamaño de puesta más grande. Por lo cual, la longitud hocico cloaca de las hembras, influye en el tamaño de camada dando una correlación positiva entre la longitud de cada individuo y el número de crías (Dunham *et al.*, 1988).

ANTECEDENTES

A pesar de que *Plestiodon brevirostris* es particularmente abundante en los lugares que habita, y de que los ejemplares en cuestión, adultos y juveniles, son fáciles de recolectar y manipular, su estudio biológico ha estado prácticamente en el abandono. Hasta la fecha, casi todo el trabajo realizado con *P. brevirostris* ha sido taxonómico (Dixon, 1969; Feria-Ortiz *et al.*, 2011). Sin embargo, se han publicado dos notas cortas que reportan algunos datos respecto a su biología. A continuación se detalla esta información.

Desde que *Plestiodon brevirostris* fue descrita por Günther en el año de 1860 hasta el año 2002 no se realizó ningún trabajo respecto a la biología de esta especie. En este año, Goldberg (2002) examinó 36 ejemplares de colecciones herpetológicas para proporcionar información sobre su ciclo reproductivo. Los ejemplares provenían de diferentes localidades ubicadas dentro del área de distribución de la tradicional especie *P. brevirostris* (*sensu lato*), por lo tanto sólo pocos ejemplares que examinó (los procedentes de Guerrero y Puebla) fueron de *P. brevirostris*. Goldberg (2002) concluyó que el ciclo reproductivo de *P. brevirostris* era similar al de *P. copei*, la cual es una lagartija vivípara que se encuentra en zonas de alta elevación. Los machos presentan su máxima actividad testicular en primavera y verano, mientras que las hembras comienzan la vitelogénesis en agosto, la ovulación a finales del otoño y el nacimiento de las crías ocurre entre mayo y julio.

López-Hernández *et al.* (2008) reportaron el nacimiento de crías de *Plestiodon brevirostris* recolectadas en diferentes localidades dentro de su área de distribución. Notaron que existe variación geográfica en las fechas de nacimiento de las crías y sugieren que en el noreste de México el nacimiento puede ser a mediados de junio, en el sur (Oaxaca) puede ocurrir durante los primeros días de marzo y en el centro-sur (Morelos), las hembras dan a luz en mayo y a principios de junio. Sin embargo, Feria-Ortiz *et al.* (2011) demostraron que las poblaciones

del noreste de México (tradicionalmente consideradas como *P. b. dicei* y *P. b. pineus*) y las de Morelos (= *P. indubitus*) representan especies distintas a las poblaciones de Oaxaca (= *P. brevirostris*). Por lo tanto, únicamente el dato de la población de Oaxaca corresponde a la especie que se estudia en este trabajo.

JUSTIFICACIÓN

Las especies de *Plestiodon* constituyen un elemento principal en muchas áreas de la República Mexicana. Se reconocen alrededor de 16 especies mexicanas de este género y la mayoría de ellas son endémicas a nuestro país. También, la mayoría son abundantes en las áreas que habitan. Paradójicamente, se conoce muy poco acerca de la biología de estos reptiles. Únicamente se ha reportado el ciclo reproductor de dos especies mexicanas de *Plestiodon*, y algunos datos respecto a la biología reproductiva de la especie bajo estudio. En este trabajo se proporcionan información sobre los ciclos reproductivos y de lípidos de *Plestiodon brevirostris*.

Esta información es importante para entender como una especie se ha adecuado al ambiente en el que habita; también, es primordial para esclarecer los tipos de historia de vida que presentan estos organismos. Por otro lado, también puede aplicarse en otras áreas de la biología. Esto es, información sobre parámetros reproductivos, como la obtenida en estudios como el presente, puede mapearse en la filogenia de algún grupo particular de organismos para conocer más acerca de su evolución dentro del mismo. Por ejemplo, se ha mapeado el modo de reproducción (ovíparo o vivíparo) en familias particulares de lagartijas y de esta forma se han detectado orígenes múltiples de la viviparidad dentro de las mismas. Por esta razón se considera que es justificado y primordial realizar este tipo de trabajos, en particular hoy en día, antes que la gran pérdida de hábitats se lleve consigo una enorme cantidad de información ecológica y evolutiva.

OBJETIVO GENERAL

Describir algunos aspectos reproductivos de una población de la lagartija vivípara *Plestiodon brevirostris* que habita en una comunidad de pino-encino en el poblado de San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla.

Objetivos particulares

- ☞ Describir el patrón de actividad reproductora de machos y hembras de una población de la especie *Plestiodon brevirostris* localizada en los alrededores del poblado de San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla.
- ☞ Esclarecer los ciclos del hígado y de los cuerpos grasos de la población señalada, y evaluar su relación con el ciclo reproductor.
- ☞ Determinar el tamaño de camada y si existe o no relación entre la longitud hocico cloaca de las hembras y el tamaño de camada.
- ☞ Precisar el tamaño al que maduran sexualmente las hembras y los machos de la población.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Plestiodon brevirostris es una lagartija vivípara que habita en ambientes montañosos dominados por bosques de clima templado. Los ejemplares adultos son de tamaño intermedio, de alrededor de 60 mm de longitud hocico cloaca. En el área de estudio se distinguen fácilmente por el color azul turquesa de sus colas, por tener patas muy cortas y un cuerpo alargado (Figura 1). Vive entre la hierba o entre la hojarasca que se acumula en el suelo y comúnmente se refugia bajo rocas, troncos o corteza de los mismos.



Figura 1. Ejemplar de *Plestiodon brevirostris*. (Foto: Manuel Feria Ortiz)

Desde el trabajo de Dixon (1969) se ha aceptado que la especie *Plestiodon brevirostris* está integrada por cinco subespecies. Sin embargo, recientemente Feria-Ortiz *et al.* (2011) demostraron que esta especie realmente consiste en un complejo multi-específico integrado por al menos cinco especies distintas, una de las cuales la constituye el taxón bajo estudio, la tradicional subespecie *P. b. brevirostris* (*sensu* Dixon, 1969). Por lo tanto, en este trabajo se considerará a esta subespecie como una especie genuina y se le nombrará como *P. brevirostris*, en virtud de que el holotipo de la especie es un ejemplar asignado a la subespecie *P. b. brevirostris* (*sensu* Dixon, 1969).

Plestiodon brevirostris es endémica a México y se distribuye en la parte oriental del Eje Volcánico Transversal, en Morelos, México, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, y en varias áreas de la Sierra Madre del Sur, en Guerrero y Oaxaca (Dixon, 1969).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los ejemplares fueron capturados en un área localizada al suroeste del poblado de San Juan del Valle, municipio de Chilchotla, en la parte centro-este del estado de Puebla, en los alrededores de un punto cuyas coordenadas son: 97°11'53.8" W; 19°15'22.5" N (precisión ± 11 m) y elevación de 2324 m (Figura 2).

El tipo de clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media mensual entre 13.2 °C y 16.8 °C, temperatura del mes más frío entre 12.2 °C y 13.5 °C, con precipitación anual de 1464.6 mm y precipitación en el mes más seco de 32.4 mm. La precipitación ocurre de junio a septiembre (Figura 3).

La vegetación del municipio corresponde a un bosque de pino-encino; entre las especies vegetales de mayor dominancia se encontraron el *Pinus* sp. (Pino), *Pinus montezumae* (Ocote), *Quercus* sp. (Encino), roble y oyamel (INEGI, 2011).

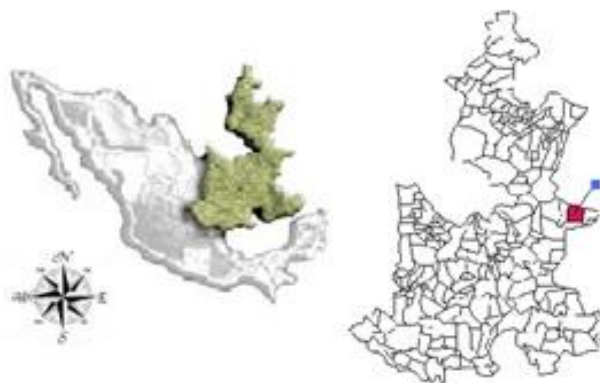


Figura 2. Localización del área de estudio, el punto azul muestra el poblado de San Juan del Valle, Chilchotla.

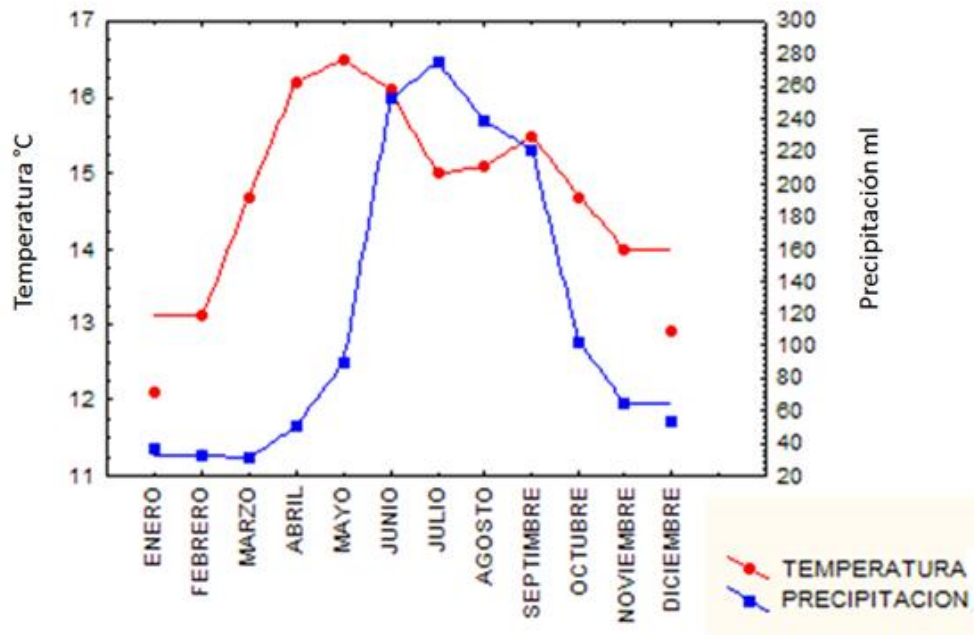


Figura 3. Datos de temperatura y precipitación para la zona de estudio.

MÉTODO

Trabajo de campo

El presente estudio se llevó a cabo de marzo del 2010 a febrero del 2011, los viajes se realizaron aproximadamente en intervalos mensuales y tuvieron una duración de tres días. En la mayoría de las salidas se recolectaron alrededor de ocho machos y ocho hembras.

Los ejemplares adultos se capturaron con la mano y se depositaron temporalmente en bolsas de plástico para transportarlos al laboratorio. Con el fin de estimar a *grosso modo* la tasa de crecimiento de los jóvenes, y de esta forma inferir la edad a la que se alcanza la madurez sexual, también se capturaron organismos inmaduros. Se registró su peso y longitud hocico cloaca, y en el mismo día de captura, o al día siguiente, se liberaron en o cerca del sitio de captura.

También se recolectó una muestra de hembras preñadas y se transportó al laboratorio para permitir que nacieran las crías, esto con el fin de estimar el tamaño de camada y fecha de parto, y tomar datos de organismos recién nacidos.

Trabajo de laboratorio

A cada ejemplar recolectado se le tomaron los siguientes datos:

(i) Longitud hocico cloaca (LHC), medida de la punta del hocico a la cloaca; (ii) longitud del tronco (LTRON), distancia entre el punto de inserción de la extremidad anterior al punto de inserción de la extremidad posterior; (iii) longitud de la cabeza (LCA) distancia de la punta del hocico a la parte posterior del tímpano. Ambas medidas se registraron con la ayuda de un Vernier Trupper[®] de precisión ± 0.02

mm. También se registró el (iii) peso corporal, con una balanza analítica Ohaus[®], con una precisión de ± 0.0001 gramo.

Los ejemplares adultos fueron sacrificados por hipotermia (congelación) o con una sobredosis de Pentobarbital sódico. Dado que los ejemplares viven en un área en la cual el invierno es muy frío, y el Pentobarbital sódico es un anestésico ampliamente usado, se espera que estos métodos de sacrificio eviten en la medida de lo posible el sufrimiento de los organismos.

Posteriormente se realizó la disección de los organismos y se tomaron las siguientes medidas: (i) peso del hígado (PHIG), (ii) peso de los cuerpos grasos (PCGR) y (iii) peso del cuerpo eviscerado (PEVI).

En el caso de los machos se tomaron las siguientes medidas: (i) diámetro del ancho del testículo derecho (DTES-D), (ii) peso del testículo derecho (PTES-D). Se registró si el epidídimo se encontraba delgado o grueso, si es el caso, se reportó (iii) ancho (AEPI) y (iv) largo del epidídimo (LEPI).

En el caso de las hembras se registró: (i) peso del ovario derecho (POVA-D) e (ii) izquierdo (POVA-I), (iii) número de folículos del ovario derecho (NFOL-D) e (iv) izquierdo (NFOL-I) y (v) diámetro de los dos folículos mayores (DFOLM). En el caso de hembras preñadas, se registró: (i) número de huevos en cada oviducto (NHOV), (ii) peso de la camada en húmedo (PCAMH) y (iii) seco (PCAMS), (iv) diámetro del huevo oviductal mayor (DHOV), (v) número de cuerpos lúteos del lado derecho (NCUL-D) e (vi) izquierdo (NCUL-I) y (vii) diámetro del cuerpo lúteo.

Todos los pesos señalados se registraron con una balanza analítica Ohaus[®] con una precisión de ± 0.0001 gramo.

Las hembras preñadas que se mantuvieron en el laboratorio fueron alojadas en una caja de plástico con una dimensión de 16 x 8 x 5.5 cm, el fondo de la caja se forraba con papel siempre humedecido. Fueron alimentadas con larvas de tenebrios y en las cajas se les permitió que dieran a luz, para observar si ya había

descendencia, las cajas fueron revisadas diariamente. Una vez que las hembras parieron fueron nuevamente pesadas.

Se prepararon los organismos mediante las recomendaciones de Duellman (1962), para su inclusión en la Colección Herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Z). Se fijaron con formaldehído al 10% y se colocaron en una caja de plástico para poder endurecer su cuerpo en posición estándar de ejemplar de museo (con el mismo reactivo). Posteriormente se lavaron con agua corriente, y finalmente fueron preservados en alcohol etílico al 70%.

Tratamiento estadístico de los datos

Para cada variable registrada se calculó su valor promedio más menos un error estándar.

Los valores, tanto de peso como de longitud, fueron multiplicados por una constante (10^6) y transformados logarítmicamente a base 10; esto con el fin de mejorar el ajuste del comportamiento de los datos a los requerimientos de las pruebas estadísticas que se realizaron, y de evitar trabajar con valores negativos.

Se realizaron dos análisis multivariados de covarianza (ANMUCOVA), uno para machos y otro para hembras, con la finalidad de detectar diferencias significativas en los promedios mensuales de las variables relacionadas con los ciclos reproductivos y de lípidos. Se consideró al mes como factor fijo, a la LHC como covariada y a los pesos de las gónadas, del hígado, de los cuerpos grasos y del cuerpo eviscerado como variables de respuesta (García-Berthou & Moreno-Amich, 1993).

Se utilizaron pruebas de Bonferroni conjuntas univariadas para detectar entre qué pares de meses ocurren diferencias significativas.

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar si existe relación positiva entre la longitud hocico cloaca y el tamaño de camada, y entre este último y el peso corporal. Se obtuvo la recta de regresión por mínimos cuadrados.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Statistica versión 7.0 (Copyright© StatSoft, Inc. 1984-2004).

En todas las pruebas se consideró un valor de significancia de 0.05.

RESULTADOS

Se capturaron y examinaron en total de 245 lagartijas, 143 adultos (85 hembras y 58 machos), 55 crías y 47 juveniles.

No hubo diferencias sexuales significativas en el tamaño corporal ni en el peso de los organismos adultos. Las longitudes hocico-cloaca promedio de hembras y machos fueron 64.939 ± 0.4434 (50.52-72.74) y 64.957 ± 0.4724 (54.72-71.72), respectivamente ($t = -0.02817$; $gl = 141$; $p > 0.9$). Y el promedio del peso corporal de hembras y machos fue 4.548 ± 0.127 (1.72-9.67) y 4.705 ± 0.1058 (2.59-6.06), respectivamente ($F = 1.5352$; $gl = 1,140$; $p > 0.2$).

Ciclo reproductivo de los machos

El modelo lineal general ANMUCOVA detectó diferencias sexuales significativas en las variables conjuntas relacionadas con los ciclos reproductivos y de los cuerpos grasos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de F , grados de libertad (gl) y significancia (p) correspondientes a los cuatro estadísticos calculados por el Software Statistica para evaluar la significancia de las diferencias entre los valores mensuales conjuntos de las variables dependientes sometidas al ANMUCOVA.

Prueba	F	gl	p
Wilks'	4.97812	32,167	<0.0001
Pillai's	3.12446	32,192	<0.0001
Hotelling's	8.30562	32,174	<0.0001
Roy's Largest Root	32.38469	8,48	<0.0001

La figura 4 muestra los cambios mensuales en el peso promedio del testículo derecho ocurridos durante el año de estudio. Los valores más bajos se presentaron en los meses de diciembre a marzo, los cuales indican el periodo de inactividad gonadal. La reactivación testicular, la cual se refleja en un aumento en el peso y diámetro de los testículos, ocurre en mayo. Después de este mes los testículos continúan aumentando de peso hasta alcanzar un máximo entre los meses de agosto y septiembre. Posteriormente su peso disminuye hasta alcanzar los valores que exhiben en el período de inactividad gonadal (Figura 4).

Los machos presentaron epidídimo desarrollado durante los meses de agosto, septiembre y octubre. El cuadro 2 muestra los resúmenes estadísticos correspondientes al largo y ancho del epidídimo. En el mes de septiembre el epidídimo se encuentra más desarrollado que en los otros dos meses (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios mensuales (\pm 1ES) del largo y ancho del epidídimo. AEPI = ancho del epidídimo (mm); LEPI = largo del epidídimo (mm). Entre paréntesis se muestra el intervalo de variación; N = número de machos examinados.

MES	AEPI	LEPI	N
AGOSTO	2.2844 \pm 0.1178 (1.82-3.02)	8.8577 \pm 0.4673 (7.08-10.34)	9
SEPTIEMBRE	2.475 \pm 0.1172 (2.08-3.52)	9.6266 \pm 0.3435 (7.38-12.48)	12
OCTUBRE	2.2057 \pm 0.0993 (2.02-2.76)	7.9142 \pm 0.4708 (5.92-9.74)	7

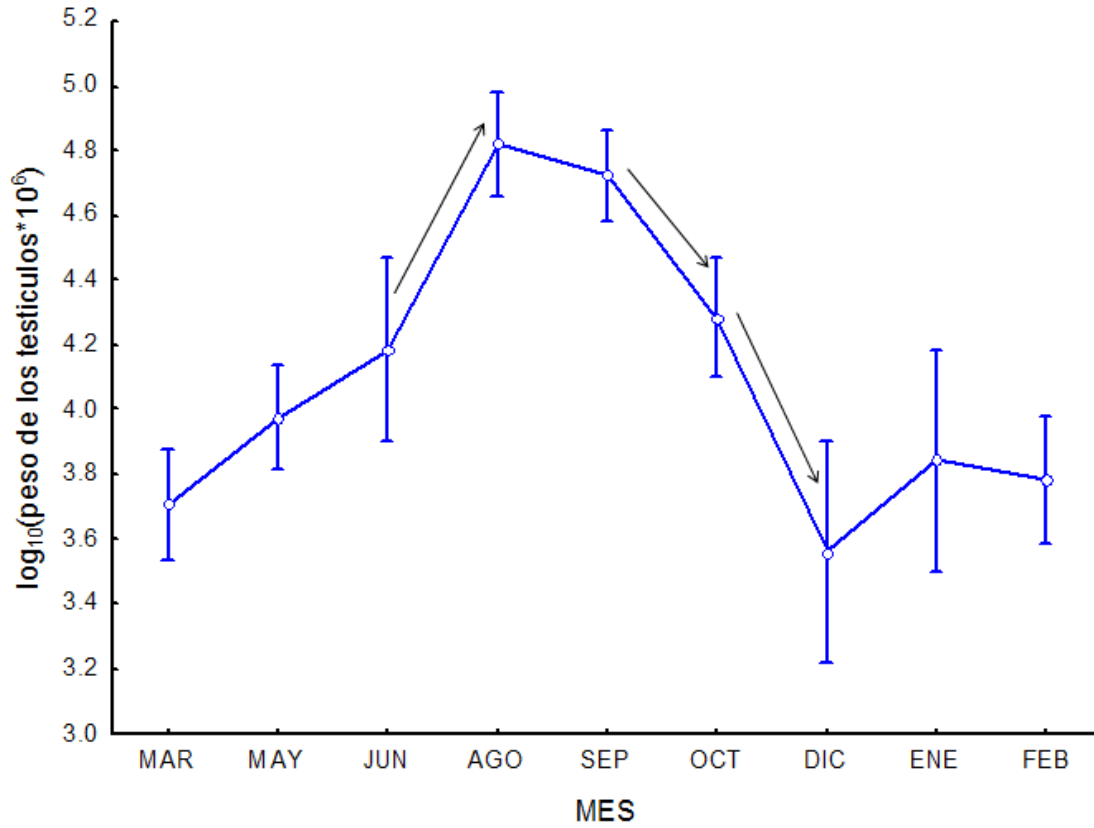


Figura 4. Cambios mensuales en el peso del testículo derecho de *Plestiodon brevisrostris* a lo largo del año. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar; las flechas los meses donde existen diferencias significativas ($p < 0.05$; detectadas por la prueba de contraste posterior de Bonferroni).

Ciclo de los cuerpos grasos

La figura 5 muestra los promedios mensuales del peso de los cuerpos grasos de los machos. Si bien existe variación en los pesos (por ejemplo promedios relativamente altos en junio), la prueba de contraste de Bonferroni no detectó diferencias significativas en los pesos promedio de estos órganos.

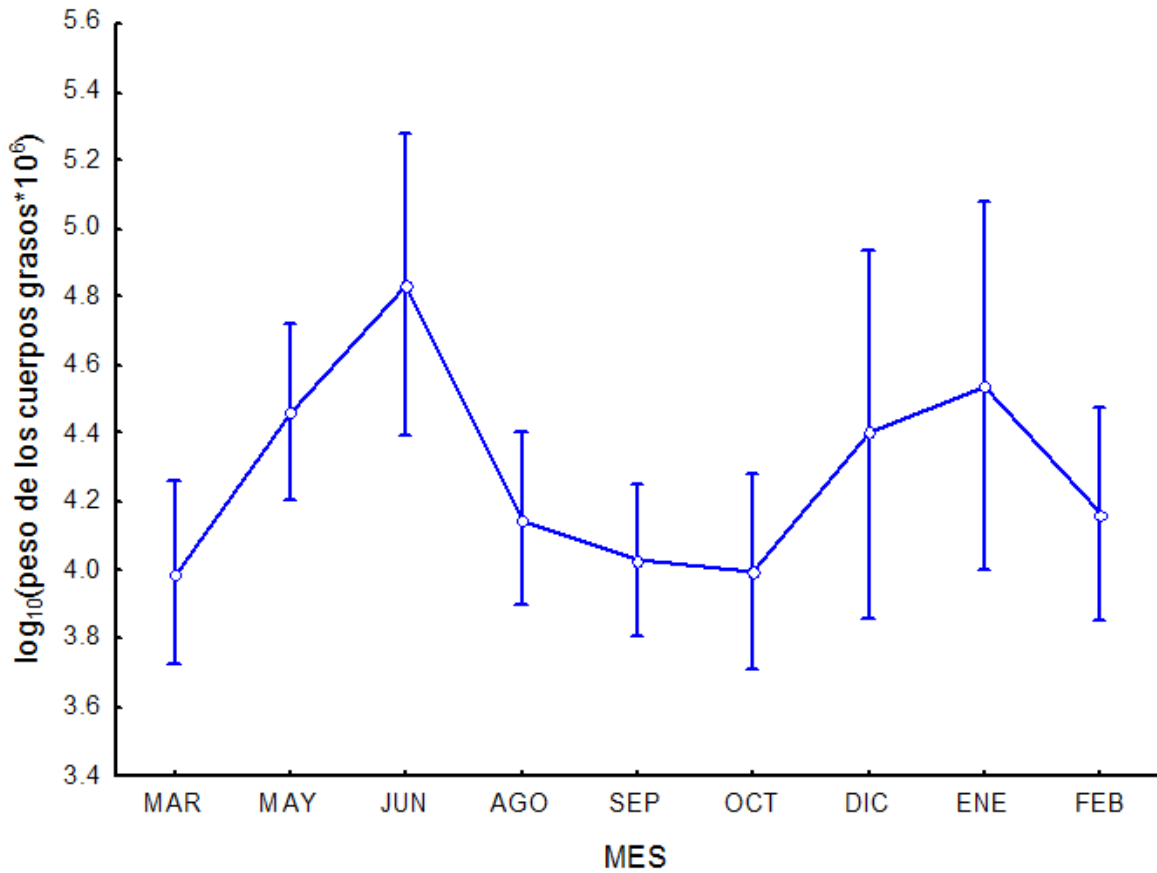


Figura 5. Cambios mensuales en los pesos de los cuerpos grasos en los machos de *Plestiodon brevisrostris* a lo largo del año. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar.

Ciclo del hígado

Los promedios mensuales de los pesos del hígado de los machos de *Plestiodon brevisrostris* variaron a lo largo del año de estudio (Figura 6). Sin embargo, al igual que en caso de los cuerpos grasos, no se detectaron cambios significativos (prueba de contraste de Bonferroni: > 0.05).

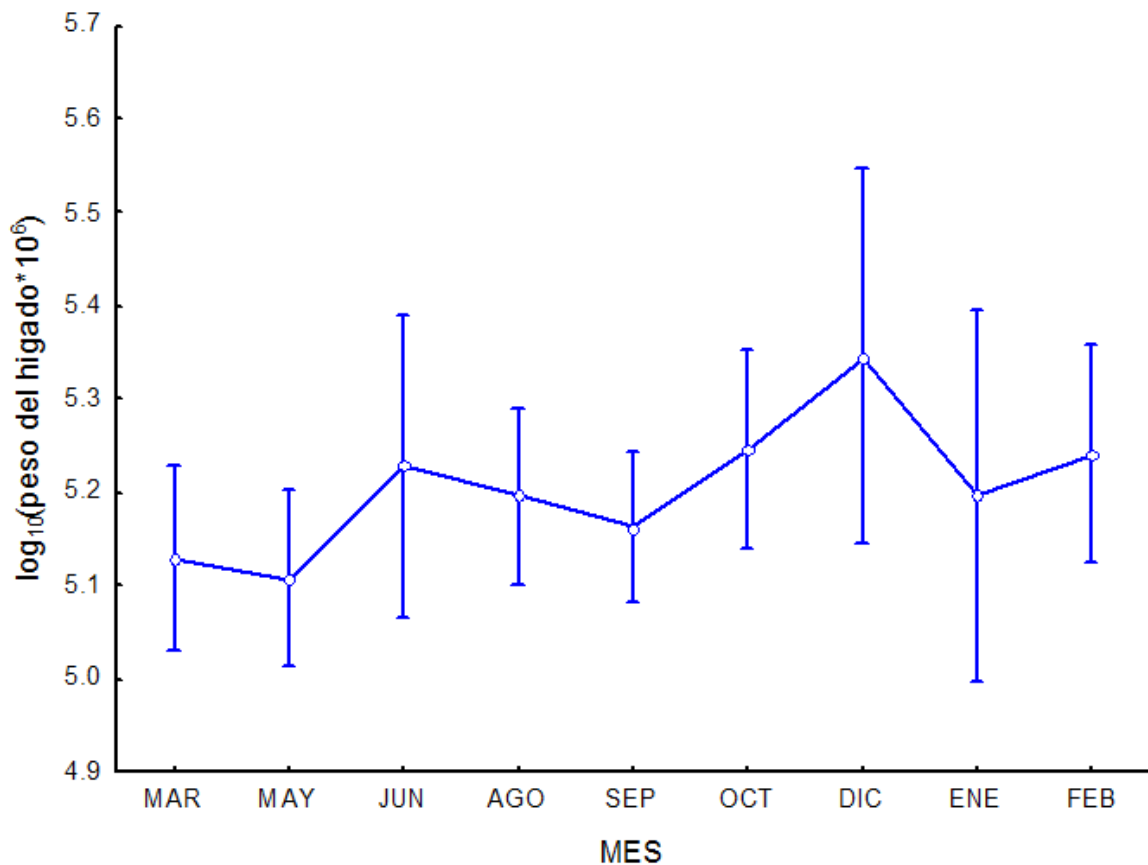


Figura 6. Cambios mensuales en los pesos del hígado en los machos de *Plestiodon brevisrostris* durante el año de estudio. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar.

Ciclo reproductivo de las hembras

El ANMUCOVA detectó diferencias significativas mensuales en las variables conjuntas relacionadas con los ciclos ovárico y de lípidos (Cuadro 3). La prueba de contraste de Bonferroni detectó diferencias significativas entre los pesos promedios de los ovarios en los meses de agosto a diciembre (Figura 7).

La reactivación de los ovarios comienza en junio. En este mes el promedio del número de folículos por ovario es mayor que en los otros meses (Cuadro 4). También, algunas hembras poseen folículos vitelogénicos, si bien éstos aún son relativamente pequeños (Cuadro 4, Figura 8). A partir de este mes aumenta el peso de los ovarios hasta alcanzar un peso máximo en noviembre. Si bien no se tienen ejemplares de noviembre, y por esta razón, de acuerdo con la figura 7, el peso máximo de los ovarios se alcanza en octubre. La comparación del diámetro promedio de los folículos de octubre (Cuadro 4) y los huevos oviductales de las hembras gestantes de diciembre (Cuadro 5) permiten inferir que los folículos siguen creciendo hasta noviembre. Esto es, los folículos en octubre son aún pequeños en relación con los huevos en oviducto (recién o casi recién ovulados).

A principios de diciembre (3 y 4) todas las hembras estaban preñadas y a principios de octubre (6 y 7) todas poseían folículos en crecimiento. De este modo, la ovulación y fertilización ocurren principalmente en noviembre. De noviembre a mayo ocurre el reposo ovárico. En estos meses cada ovario consiste en promedio de cinco a ocho folículos pequeños y blanquecinos (de alrededor de 1.1541 mm de diámetro).

Cuadro 3. Valores de F , grados de libertad (gl) y significancia (p) correspondientes a los cuatro estadísticos calculados por el Software Statistica para evaluar la significancia de las diferencias entre los valores mensuales conjuntos de las variables dependientes sometidas al ANMUCOVA.

Prueba	F	gl	p
Wilks'	10.10975	36,267	0.000
Pillai's	7.05976	36,296	0.000
Hotelling's	14.1596	36,278	0.000
Roy's Largest Root	43.89056	9,74	0.000

Tabla 4. Resúmenes estadísticos del número y diámetro de los folículos. DFOL = diámetro de los folículos (mm) y N = número de hembras examinadas.

MES	No. de folículos	DFOL	N
MARZO	13.166 ± 1.873 (9-16)	1.116 ± 0.024 (1-1.26)	6
ABRIL	17.5 ± 2 (17-18)	1.39 ± 0.086 (1.2-1.62)	2
MAYO	13.285 ± 1.686 (7-19)	1.133 ± 0.022 (1-1.52)	14
JUNIO	15.571 ± 1.043 (11-19)	1.431 ± 0.039 (1.22-1.76)	7
AGOSTO	11.5 ± 1.401 (7-16)	2.366 ± 0.176 (1.58-4.02)	8
SEPTIEMBRE	6.222 ± 1.127 (4-13)	3.682 ± 0.236 (1.68-4.98)	9
OCTUBRE	3.818 ± 0.226 (3-5)	5.677 ± 0.204 (3.12-7.64)	11

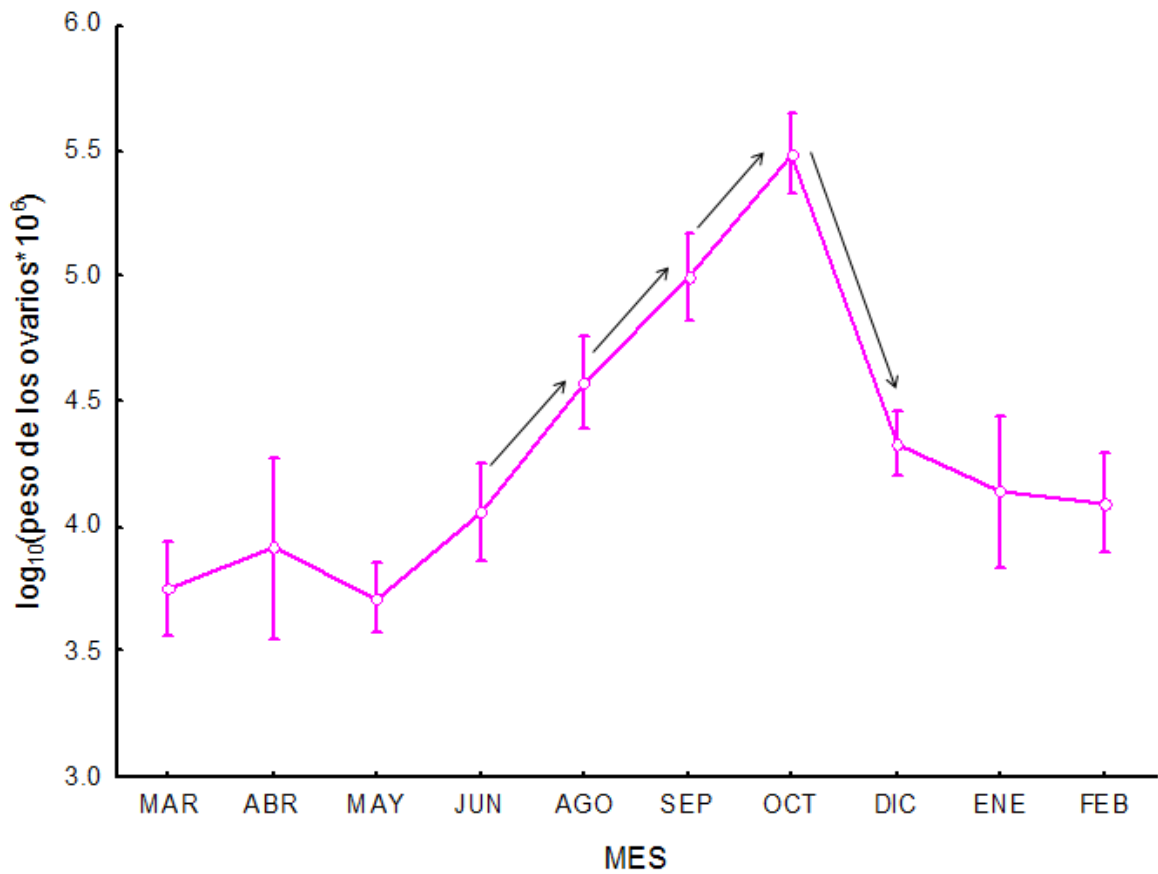


Figura 7. Cambios mensuales en los pesos de los ovarios de *Plestiodon brevisrostris* a lo largo del año. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar; las flechas representan los meses donde existen diferencias significativas ($p < 0.05$; detectadas por la prueba de contraste posterior de Bonferroni).

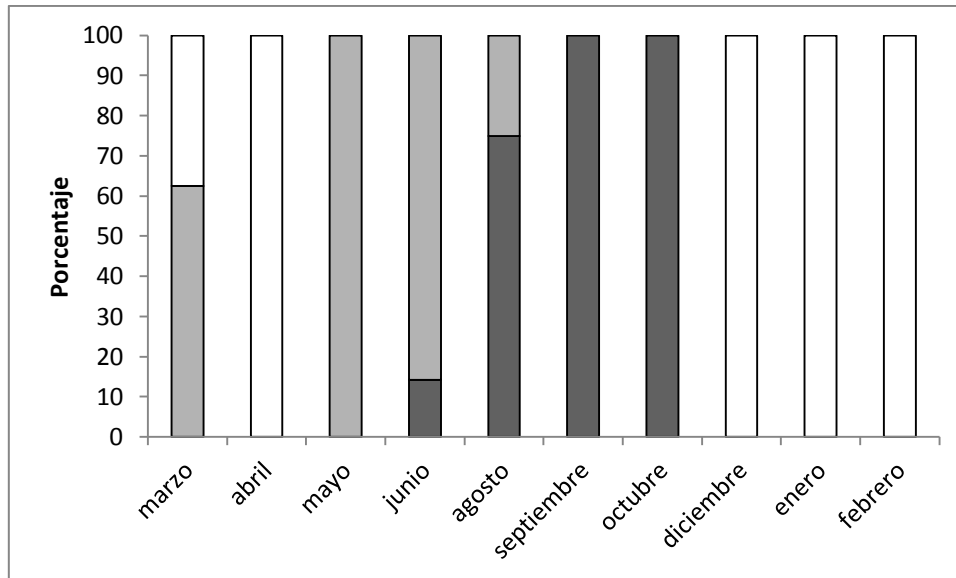


Figura 8. Frecuencia mensual de hembras de *Plestiodon brevirostris* en distintas etapas reproductoras. Hembras no preñadas con folículos pequeños y blanquecinos (gris); hembras con folículos vitelogénicos (negro) y hembras gestantes (blanco).

Ciclo de los cuerpos grasos

El peso de los cuerpos grasos en las hembras de *Plestiodon brevirostris* fue mínimo de marzo a mayo. Estos meses coinciden con la fase final del desarrollo embrionario. De mayo a junio se detecta un aumento significativo en el peso de estas estructuras (Figura 9). De octubre a diciembre los cuerpos grasos comienzan a disminuir en peso hasta alcanzar los valores bajos de marzo.

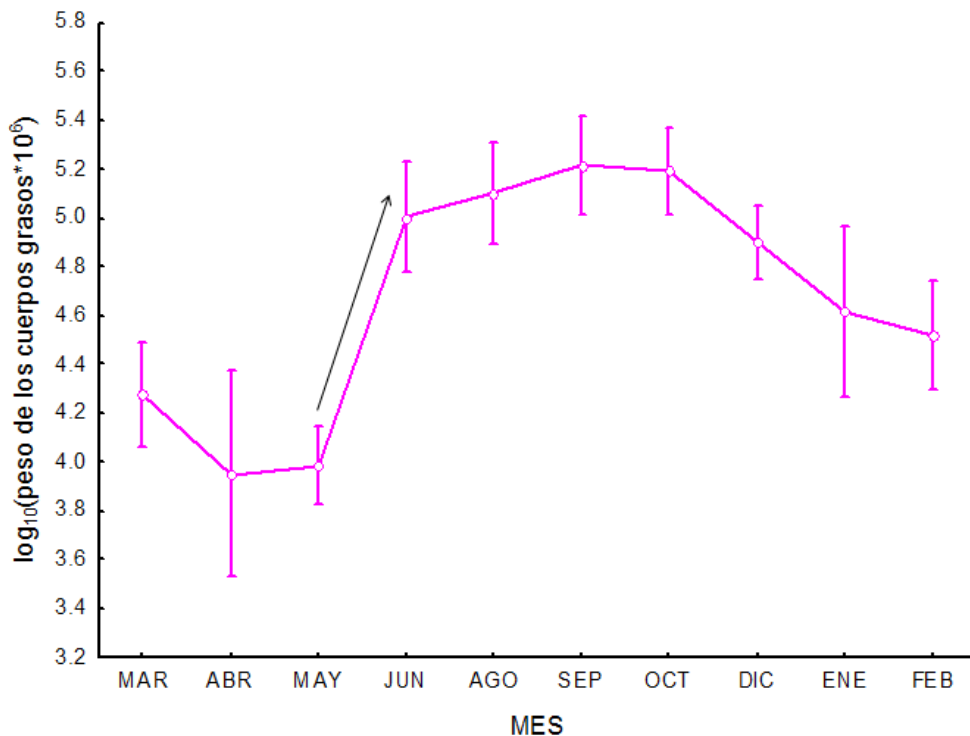


Figura 9. Cambios mensuales en los pesos de los cuerpos grasos en las hembras de *Plestiodon brevirostris* a lo largo del año. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar; las flechas indican los meses donde existen diferencias significativas ($p < 0.05$; detectadas por la prueba de contraste posterior de Bonferroni).

Ciclo del hígado

El peso del hígado varió significativamente entre los meses de agosto a octubre (Figura 10). De agosto a septiembre se detectó un incremento considerable en el peso promedio de este órgano. De septiembre a octubre el peso disminuye ligeramente, si bien el cambio no fue significativo. De octubre a diciembre disminuye marcadamente y se mantiene en niveles bajos durante el resto del año (Figura 10).

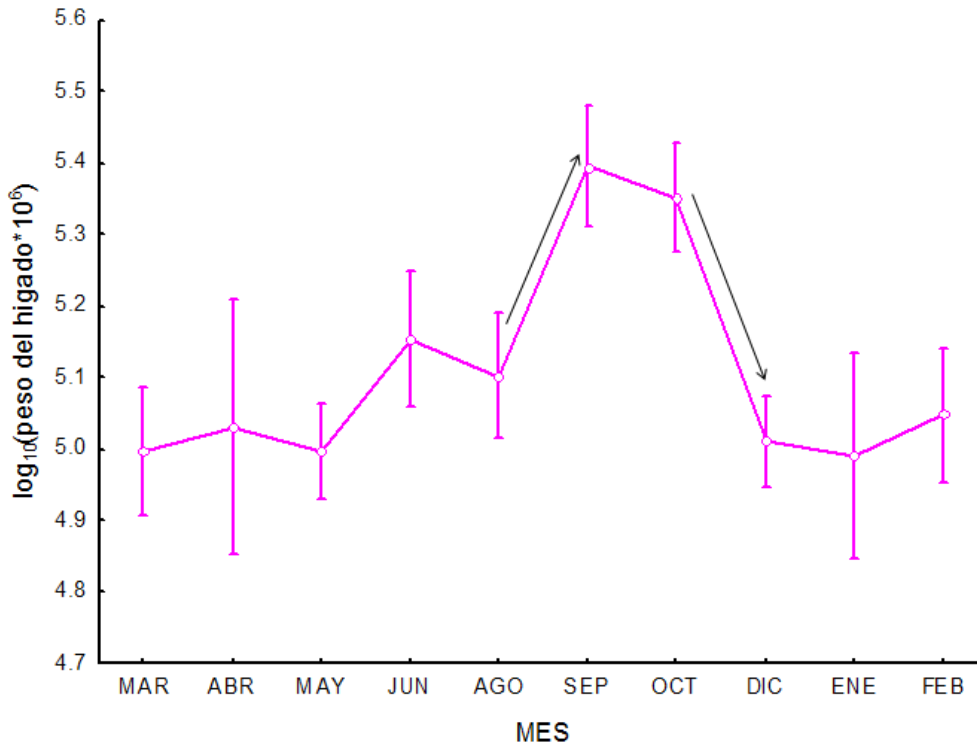


Figura 10. Cambios mensuales en los pesos del hígado en las hembras de *Plestiodon brevisrostris* a lo largo del año. Las líneas verticales indican ± 1 error estándar, las flechas indican los meses donde existen diferencias significativas ($p < 0.05$; detectadas por la prueba de contraste posterior de Bonferroni).

Desarrollo embrionario

En *Plestiodon brevirostris*, el desarrollo embrionario dura alrededor de cinco meses y medio. Comienza en noviembre y termina en la segunda mitad de abril y la primera semana de mayo. Durante este tiempo aumenta ligeramente el peso seco de los huevos en oviducto. Sin embargo, el tamaño de muestra pequeño observado en algunos meses evita cuantificar el cambio ocurrido (Cuadro 5). Del mismo modo, el peso húmedo promedio aumenta notablemente de diciembre a abril (de 0.669 a 1.076) pero el tamaño de muestra pequeño no permiten inferir confiablemente la cantidad de cambio experimentado (Cuadro 5). Paralelamente a estos cambios en los pesos húmedo y seco de los huevos, el diámetro promedio de los mismos aumento durante los meses de gestación (Cuadro 5).

Tabla 5. Peso y diámetro de los huevos oviductales durante los meses del desarrollo embrionario. DIA HUE = diámetro de los huevos, P HÚM = peso húmedo, P SECO = peso seco, TAM CAM = tamaño de camada y N = número de observaciones.

MES	DIA HUE	P HÚM	P SECO	TAM CAM	N
Diciembre	9.26 ± 0.272 (6.88-12.92)	0.669 ± 0.041 (0.278-0.914)	0.432 ± 0.049 (0.113-0.717)	4.125 ± 0.221 (2-6)	16
Enero	12.59 ± 0.364 (11.52-13.68)	1.036 ± 0.245 (0.679-1.506)	0.444 ± 0.061 (0.322-0.516)	3.666 ± 0.333 (3-4)	3
Febrero	11.38 ± 0.224 (10.14-12.54)	0.862 ± 0.1305 (0.516-1.326)	0.466 ± 0.012 (0.416-0.498)	3.57 ± 0.202 (3-4)	7
Mazo	13.25 ± 0.09 (13.08-13.44)	1.036±0.001 (1.0347-1.038)	0.456 ± 0.026 (0.43-0.482)	3	2
Abril	13.33 ± 0.19 (13.14-13.52)	1.076	0.5453	4	1

Todas las hembras que presentaron huevos en el oviducto tuvieron cuerpos lúteos. En general, el número de cuerpos lúteos coincidió con el número de huevos en el oviducto. En el mes de diciembre y enero se observa el valor más grande del diámetro de los cuerpos lúteos, 2.3012 y 2.2666 mm, respectivamente.

Después se observa un decremento para los meses de enero a marzo. De marzo a abril no existe una variación notable en el diámetro de los cuerpos lúteos. Posteriormente, estas estructuras disminuyen notablemente de tamaño y para el mes de mayo desaparecen (Figura 11).

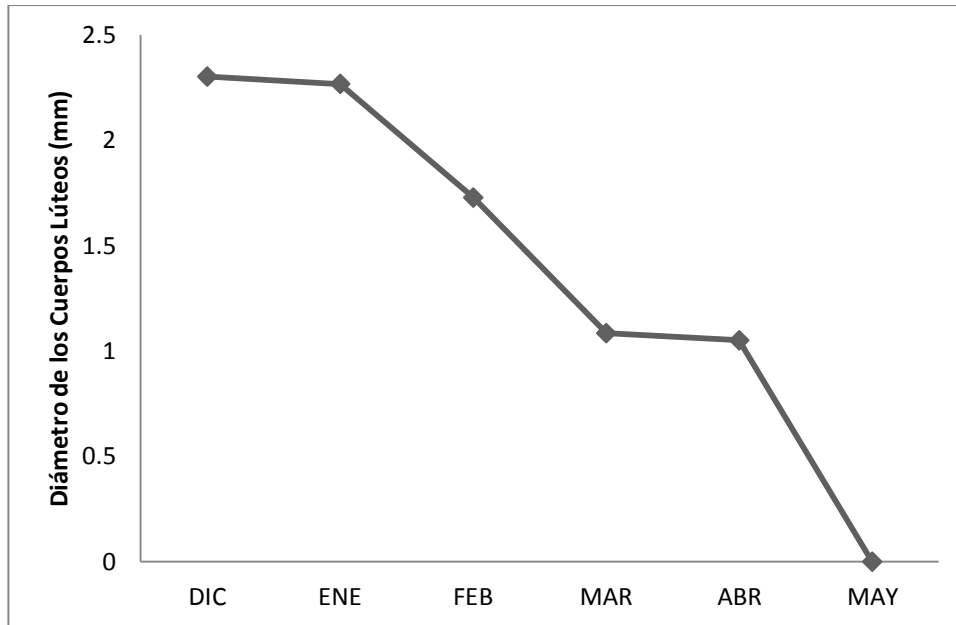


Figura 11. Cambios en los valores medios del diámetro de los cuerpos lúteos, durante el desarrollo embrionario.

Atresia folicular y tamaño de camada

La cuantificación de folículos en el ovario reveló que las hembras de *Plestiodon brevirostris* pueden producir en promedio 14.73 ± 0.717 folículos no vitelogénicos. De ellos únicamente el 47.25%, (6.96 ± 0.914) de los folículos llegan a ser vitelogénicos, pero sólo un 50% de los folículos vitelogénicos se desarrollan completamente y son ovulados.

Del mes de diciembre al mes de abril se encontraron 29 hembras con huevos en el oviducto. El tamaño de camada promedio fue de 3.682 ± 0.1465 (2-6).

En el caso de las hembras con huevos en el oviducto, un análisis de correlación mostró que existe una relación positiva entre la LHC y el tamaño de camada ($r = 0.68$, $p < 0.05$). La figura 12 muestra la relación entre estas dos variables. La ecuación de la recta sugiere que por cada aumento de 5.47 mm de LHC las hembras posee una cría adicional. Sin embargo, el modelo únicamente explica el 46% de la variación en el tamaño de puesta.

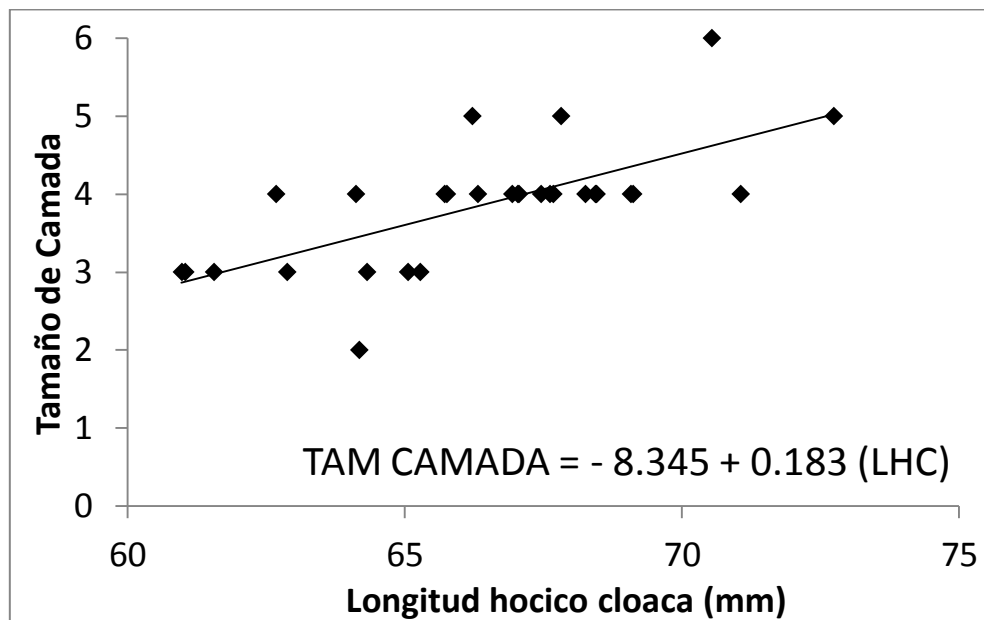


Figura 12. Regresión lineal de los valores de tamaño de camada (TAM CAMADA) y longitud hocico cloaca (LHC) de *Plestiodon brevirostris*.

El tamaño de camada promedio de 17 hembras preñadas que dieron a luz en el laboratorio fue de 3.235 ± 0.3154 (1-5). No hubo relación entre la LHC y el tamaño de camada ($r = 0.02$; $p > 0.05$). Sin embargo, se detectó correlación positiva entre el peso de la hembra y el peso de la camada ($r = 0.79$; $p < 0.001$), y entre el peso de la hembra y el tamaño de camada ($r = 0.71$; $p < 0.001$). La Figura 13 muestra la relación entre el peso de las hembras y el tamaño de camada.

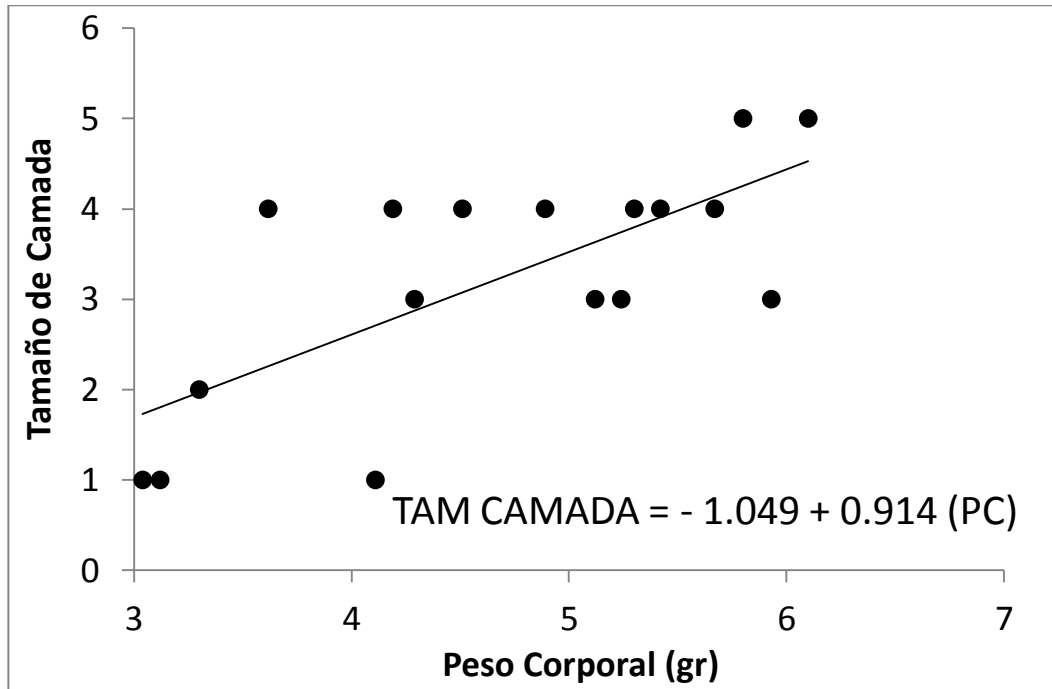


Figura 13. Regresión lineal de los valores de tamaño de camada (TAM CAMADA) y peso corporal (PC) de *Plestiodon brevirostris*.

Nacimiento de las crías

Todas las hembras preñadas que se transportaron a laboratorio dieron a luz. Once se recolectaron a fines de marzo y mediados de abril del 2010; y seis en abril de 2011. Las fechas de parto de las hembras del 2010 variaron del 1 al 24 de mayo. Las del 2011 dieron a luz del 11 de abril al 12 de mayo. En general, el peso que perdieron las hembras por dar a luz a sus crías fue menor que el peso de su camada (Cuadro 6). El tamaño de camada de las 17 hembras varió de 1 a 5 (3.235 ± 0.315). En total nacieron 55 crías con un promedio de longitud hocico cloaca un poco menor que la longitud de su cola (26.549 ± 232 ; 30.44 ± 0.311 respectivamente).

Cuadro 6. Valores promedios de las hembras preñadas y de sus crías. LHC = longitud hocico cloaca; PCO I = peso corporal antes de parir; PCO F = peso corporal después de parir; PCO = peso corporal; LCO = longitud de la cola. N = número de ejemplares examinados. Todos los valores ± 1 error estándar.

	N	$\bar{x} \pm ES$	(Mín-Máx)
Madres	17		
LHC		65.3 ± 0.788	(59.42–69.82)
PCO I		4.685 ± 0.244	(3.04–6.1)
PCO F		3.635 ± 0.154	(2.6–4.74)
PCO I-PCO F		1.049 ± 0.164	(0.06–2.09)
Camada	17		
Tamaño		3.235 ± 0.315	(1–5)
Peso		1.169 ± 0.115	(0.23–1.79)
MRC		0.334 ± 0.033	(0.08–0.6)
Crías	55		
LHC		26.913 ± 0.232	(24.52–28.56)
PCO		0.361 ± 0.007	(0.23–0.47)
LCO		30.44 ± 0.311	(23.12–33.68)

Talla a la madurez sexual

Las hembras con talla más pequeña que presentaron huevos en el oviducto tuvieron LHC de 60.98, 61.04 y 61.52 mm, mientras que las hembras más pequeñas con folículos vitelogénicos tuvieron LHC de 57.82, 59.16 y 60.12 mm. Los machos más pequeños que presentaron testículos agrandados tuvieron LHC de 58.52, 59.34 y 59.62 mm.

La talla mínima a la que alcanzan la madurez sexual fue similar en ambos sexos, ya que el promedio de la LHC en machos fue de 59.16 y en las hembras de 59.03 (solo se consideraron las tres hembras más pequeñas).

Las crías nacen en los meses de abril y mayo; a los 30 días de edad aproximadamente, aumentaron de 26.913 ± 0.232 mm a 33.09 ± 0.675 mm de longitud hocico-cloaca, la tasa de crecimiento por día fue de 0.206902 mm. Para el mes de agosto, la longitud hocico cloaca aumentó 40.80 ± 0.487 mm (0.104189 mm/día). A partir de estos meses, la tasa de crecimiento es más lenta que cuando nacen las crías, por lo cual, para el mes de septiembre, la longitud hocico cloca es de 40.96 ± 0.523 mm, con una tasa de crecimiento de 0.007272 mm/día (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Resúmenes estadísticos mensuales del PCO = peso corporal; LHC = longitud hocico cloaca; LT = longitud del tronco; LCA = longitud de la cabeza, para los organismos inmaduros del mes de junio al mes de septiembre. N = número de organismos examinados.

MES	PCO	LHC	LT	LCA	N
Junio	0.65 ± 0.038 (0.3-0.81)	33.09 ± 0.675 (26.3-36.5)	19.08 ± 0.52 (14.2-21.3)	6.66 ± 0.122 (5.6-7.3)	13
Agosto	1.24 ± 0.058 (0.9-1.58)	40.80 ± 0.487 (37.66-43.46)	22.89 ± 0.446 (20.32-25.12)	7.74 ± 0.086 (7.12-8.42)	14
Septiembre	1.3 ± 0.047 (1.02-1.8)	40.96 ± 0.523 (35.36-44.32)	23.56 ± 0.42 (21.1-27.62)	8.08 ± 0.086 (7.32-8.54)	20

Cuadro 8. Tasa de crecimiento por día del peso corporal y medidas morfométricas de organismos juveniles de mayo a septiembre. PCO = peso corporal; LHC = longitud hocico cloaca; LT = longitud del tronco; LCA = longitud de la cabeza. N = número de ejemplares examinados.

MES	PCO	LHC	LT	LCA
May-Jun	0.009666	0.206902	0.177181	0.018931
Jun-Ago	0.007972	0.104189	0.051486	0.015704
Ago-Sep	0.002727	0.007272	0.030454	0.015454

DISCUSIÓN

Ciclo reproductivo en machos

La reproducción de los machos de *Plestiodon brevirostris* es estacional con un pico de actividad durante los meses de agosto a octubre. Este patrón reproductivo es similar al de los machos de las otras dos especies vivíparas mexicanas de *Plestiodon* estudiadas hasta la fecha (*P. copei*: Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, *P. lynxe*: Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). También, este mismo patrón se ha observado en especies vivíparas del género *Sceloporus* como, *S. formosus* (Guillette & Sullivan, 1985), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette & Casas-Andreu 1980), *S. jarrovi* (Ramos-Flores, 2003) y *S. torquatus torquatus* (Feria-Ortiz, 1986; Feria-Ortiz *et al.*, 2001). No obstante, en algunos casos existen diferencias en cuanto a los tiempos en los que ocurren determinados eventos. Por ejemplo, en *Barisia imbricata* la actividad testicular máxima ocurre antes que en *P. brevirostris* (en *B. imbricata* la masa testicular es máxima de junio a agosto, Guillette & Casas-Andreu, 1987).

El hecho de que la masa testicular sea más alta durante los meses de agosto a octubre sugiere que en estos meses ocurre una mayor actividad testicular. Además, durante este tiempo los machos presentan epidídimos ensanchados, lo que indica que la producción de esperma es relativamente alta. De este modo, es factible asumir que en estos meses ocurre el apareamiento.

Ciclo de los lípidos en machos

Si bien no se detectaron cambios significativos en los promedios mensuales de los pesos de los cuerpos grasos de los machos, todos ellos almacenaron lípidos en estas estructuras. La ausencia de cambios significativos puede deberse a tamaños de muestra pequeños y/o a una variación grande en los pesos de estas

estructuras (ver la amplitud de los errores estándar en la figura 3). Sin embargo, se puede notar que los cuerpos grasos más ligeros se encuentran precisamente en los meses con mayor actividad testicular (agosto-octubre). Es posible que los machos utilicen energía almacenada para apoyar actividades tales como búsqueda de pareja y apareamiento. En varias especies de lagartijas la energía almacenada en los cuerpos grasos de los machos (Derickson, 1976; McKinney & Marion, 1985; Benabib, 1994) parece utilizarse durante la época de apareamiento o, en especies territoriales, en un tiempo en el que las lagartijas están ocupadas en actividades territoriales. En este caso, sin embargo, sería necesario aumentar los tamaños de las muestras mensuales con el fin de confirmar si la ausencia de variación significativa en los pesos de los cuerpos grasos se debe a la variación detectada en estas estructuras. Por otro lado, también sería necesario documentar más adecuadamente las actividades de apareamiento de los ejemplares involucrados.

No hubo cambios significativos en los pesos del hígado. Además, la variación detectada en los pesos promedio mensuales de este órgano fue más errática y menos pronunciada que en el caso de los cuerpos grasos. De este modo, en *P. brevirostris*, el hígado no parece ser un órgano que almacene energía. En este aspecto, *P. brevirostris* es diferente a otras especies en las cuales el hígado almacena energía, misma que se usa durante los meses más fríos de año (Telford, 1970; Loumbourdis & Kattoulas, 1985).

Ciclo reproductivo en hembras

Las hembras de *P. brevirostris* exhiben un ciclo reproductivo en el cual la vitelogénesis ocurre durante los meses de otoño, la ovulación en noviembre y la preñez a lo largo del invierno y principios de primavera. Este patrón reproductivo es similar al de la mayoría de las especies vivíparas mexicanas de montaña, incluyendo especies de la familia Scincidae (*Plestiodon copei*: Ramírez-Bautista et

al., 1996; *P. lynxe*: Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), Phrynosomatidae (*S. mucronatus*: Méndez-de la Cruz *et al.*, 1988; *S. jarrovi*: Goldberg, 1971; *S. grammicus*: Jiménez-Cruz, 2007; *S. grammicus microlepidotus*: Guillette & Casas-Andreu, 1981; *S. grammicus disparilis*: Guillette & Bearce, 1986; *S. torquatus*: Feria-Ortiz *et al.*, 2001) y Anguidae (*Barisia imbricata*: Guillette & Casas-Andreu, 1987).

Las principales ventajas de este patrón reproductivo son, (i) la protección de los embriones durante el invierno. Al encontrarse dentro del cuerpo de la madre, las crías en desarrollo corren menos riesgo de desecación y/o de depredación. Las hembras preñadas comúnmente disminuyen su actividad con el fin de exponerse menos a depredadores potenciales (Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998); (ii) el desarrollo de los embriones se da en un ambiente térmico más adecuado. Las hembras tienen la capacidad de regular su temperatura corporal y así proveer condiciones térmicas más óptimas para su desarrollo; (iii) el nacimiento de las crías ocurre a principios o mediados de primavera cuando los recursos alimenticios comienzan a ser abundantes. Esto es una ventaja para los jóvenes ya que promueve su crecimiento durante la época favorable y de este modo aumenta su probabilidad de supervivencia. Por ejemplo, se espera que los jóvenes relativamente grandes puedan enfrentar mejor el frío del siguiente invierno.

En *P. brevirostris* el apareamiento se concentra en los meses de agosto a octubre, cuando los machos tienen espermatozoides disponibles. No obstante, la ovulación ocurre en noviembre. Esta falta de sincronía en los ciclos testicular y ovárico sugiere que los machos almacenan espermatozoides viables durante alrededor de dos meses y el apareamiento realmente ocurre en noviembre, en coincidencia con la ovulación, o que las hembras son las que almacenan espermatozoides hasta el momento en que los óvulos se implantan en el útero. Si bien es necesario realizar estudios histológicos para verificar cuál de los dos sexos almacena espermatozoides; es más probable que sean las hembras quienes almacenen espermatozoides en receptáculos

seminales. Varias especies de lagartijas vivíparas con crianza otoñal poseen ciclos ovárico y testicular asincrónico y se ha demostrado o inferido que son las hembras las que almacenan esperma viable en receptáculos intrauterinos, por ejemplo *P. copei* (Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), *P. lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), *Sceloporus poinsetti* (Ballinger, 1973), *S. jarrovii* (Ballinger, 1973; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette & Casas-Andreu, 1980) y *S. formosus* (Guillette & Sullivan, 1985).

Ciclo de los lípidos

De mayo a junio los cuerpos grasos aumentan significativamente de peso y permanecen relativamente pesados hasta octubre, un mes antes de que ocurra la ovulación. Esto es, las hembras poseen reservas de grasas durante casi toda la época favorable (junio-octubre). Esto sugiere que durante este tiempo las hembras pueden conseguir alimento suficiente como para mantener sus reservas y realizar sus actividades vitales. Los cuerpos grasos parecen disminuir a partir de octubre hasta mayo, cuando nacen los descendientes. Es factible, por lo tanto, que las grasas almacenadas se utilicen tanto para apoyar la última fase del crecimiento de los folículos (en la que requieren cantidades grandes de vitelo y por lo tanto de energía) como para manutención durante el desarrollo embrionario. Se ha sugerido que las hembras preñadas se alimentan poco, o bien dejan de hacerlo, por diversas razones: (i) el alimento disponible en el ambiente es escaso, (ii) el espacio que ocupan los embriones dentro del cuerpo de la madre disminuye el espacio disponible para alimento, (iii) la progesterona puede inhibir el apetito de estas lagartijas (Goldberg, 1972; Derickson, 1974, 1976; González-Espinoza, 2006). De este modo, los lípidos almacenados en los cuerpos grasos pueden ser particularmente importantes durante la gestación.

Tamaño de camada

El tamaño de camada promedio (3.2) de *Plestiodon brevirostris* fue muy semejante al de otras especies vivíparas del mismo género como *P. copei*: 3.5, (Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996) *P. lynxe*: 4.7 (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), más no así con especies que son ovíparas como *P. fasciatus*, *P. obsoletus* y *P. septentrionalis*, las cuales tienen tamaños de puesta promedio de 9.4, 15.1 y 8.8, respectivamente (Fitch, 1954; Hall & Fitch, 1972; Simbotwe, 1978; Fitch, 1985).

Por otro lado, el tamaño de camada de *P. brevirostris* es pequeño cuando se compara con especies vivíparas tales como *Sceloporus mucronatus* (5.11 ± 0.24 : Méndez de la Cruz *et al.*, 1998), *S. torquatus* (6.48 ± 0.25 : Feria-Ortiz *et al.*, 2001) y *Barisia imbricata* (6.9 ± 0.35 : Guillette & Casas-Andreu, 1987), las cuales tienen longitudes hocico cloaca un poco mayores que ella ($\approx 80, 92$ y 90 en promedio, respectivamente), incluso también es pequeño cuando se compara con especies vivíparas más pequeñas (*S. bicanthalis*: 7.78 ± 1.0 crías, Rodríguez-Romero *et al.*, 2002; *S. grammicus*: 6.2 ± 1.7 : Ortega & Barbault, 1984). El tamaño de puesta relativamente bajo de *P. brevirostris*, y las otras dos especies vivíparas de *Plestiodon* estudiadas hasta la fecha (*P. copei* y *P. lynxe*), puede deberse a su estilo de vida. En general las especies señaladas arriba tienen cuerpos más anchos que *P. brevirostris*, y excepto *B. imbricata*, buscan y capturan a sus presas siguiendo una estrategia “sit-and-wait” (de acecho). Por el contrario, las tres especies de *Plestiodon* señaladas buscan activamente a sus presas entre la hojarasca y basurilla que se acumula en el suelo y poseen un cuerpo mucho más largo y esbelto lo cual presumiblemente les facilita su actividad en su microhábitat.

Talla a la madurez sexual

Las crías recién nacidas poseen una LHC promedio de 26.91 mm. El ejemplar adulto de mayor tamaño tuvo una longitud hocico cloaca de 72.74 mm. Esto sugiere que los organismos tienen el potencial para crecer hasta 2.7 veces el tamaño que tienen al nacer. Durante el primer mes de vida la tasa de crecimiento es más rápida que en los otros meses (Cuadro 8). Esto es de esperarse dado que entre más grande sea el organismo necesita una mayor masa, y por consiguiente una mayor cantidad de alimento, para crecer una misma cantidad de LHC.

Ninguno de los jóvenes recolectados hasta septiembre tuvo folículos o testículos agrandados. El tamaño mínimo en el que se alcanza la madurez sexual (≈ 60.0 mm, ver resultados) es casi veinte mm mayor que el tamaño promedio de los jóvenes de septiembre (40.9 mm, cuadro 7). Dada la baja tasa de crecimiento que experimentan los jóvenes relativamente grandes es improbable que alguno de los jóvenes alcance la madurez sexual en su primer año de vida. Como ocurre con en otras especies de *Plestiodon* (Fitch, 1954, 1970; Hall & Fitch, 1972; Porter, 1972; Fitch 1985) es factible considerar que los organismos alcanzan la madurez sexual en su segundo o tercer año de vida.

CONCLUSIONES

El patrón reproductivo que presenta *Plestiodon brevirostris* es otoñal y asincrónico. La vitelogénesis ocurre de junio a octubre y la ovulación y fertilización en noviembre. El desarrollo embrionario se extiende desde este mes hasta principios de primavera. De este modo, las crías nacen a comienzos de la época húmeda, cuando la disponibilidad de alimento comienza a ser abundante.

Las hembras almacenan lípidos en sus cuerpos grasos. Posteriormente la energía almacenada se utiliza para apoyar la fase de la vitelogénesis y para manutención durante los meses de gestación. Los machos también almacenan grasas en cuerpos grasos inguinales.

Las crías de *Plestiodon brevirostris* poseen una LHC promedio de 26.9 mm. La tasa de crecimiento es rápida en su primer año de vida, pero se hace más lenta a medida que crecen. Alcanzan la madurez sexual alrededor de los 60 mm, en su segundo o tercer año de vida.

Plestiodon brevirostris posee un tamaño de camada promedio de 3.68. Existe una relación positiva entre la LHC de las hembras y el tamaño de camada: las hembras dejan aproximadamente un descendiente más por cada aumento de 5.47 mm en su longitud hocico cloaca.

LITERATURA CITADA

- Arriaga-Nava, G. (2010). Ciclos Reproductivos y de los Cuerpos Grasos de una Población de la Lagartija Vivípara *Sceloporus anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae) al Sur del Valle de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
- Axtell, R. W. (1960). A New Subspecies of *Eumeces dicei* from the Sierra Madre of Northeastern Mexico. *Copeia* 1: 19–26.
- Ballinger, R. E. (1973). Comparative Demography of Two Viviparous Iguanid Lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsettia*). *Ecology* 54: 269–283.
- Ballinger, R. E. & D. J. Ketels (1983). Male Reproductive Cycle of the Lizard *Sceloporus virgatus*. *Journal of Herpetology* 17: 99–102.
- Benabib, M. (1994). Reproduction and Lipid utilization of Tropical Population of *Sceloporus variabilis*. *Herpetology Monography*. 8: 160–180.
- Derickson, W. K. (1974). Lipid Deposition and Utilization in the Sagebrush Lizard, *Sceloporus graciosus*: It's Significance for Reproduction and Maintenance. *Comparative Biochemistry and Physiology* 49: 267–272.
- Derickson, W. K. (1976). Ecological and Physiological Aspects of Reproductive Strategies in Two Lizards. *Ecology* 57: 445–458.
- Dixon, J. R. (1969). Taxonomic Review of the Mexican Skinks of the *Eumeces brevirostris* group. *Contributions in Science* 168: 1–29.
- Duellman, E. W. (1962). Directions for Preserving Amphibians and Reptiles. *University of Kansas, Museum of Natural History* 30: 37–40.
- Dunham, A. E. (1981). Populations in a Fluctuating Environment: The Comparative Population Ecology of the Iguanid Lizard *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan* 158: 1–62.

- Dunham, A. E. (1994). Reproductive Ecology. *In* Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives. (L. J. Vitt and E. R. Pianka, Eds.), pp. 31–49. Princeton University Press, New Jersey.
- Dunham, A. E., D. B. Miles & D. N. Reznick (1988). Life History Patterns in Squamata Reptiles. *In* Biology of the Reptilia. Vol. 16. Ecology B. Defense and Life History (C. Gans and R. B. Huey, Eds.), pp. 441–511. Academic Press, New York.
- Farr, D. R. & P. T. Gregory (1991). Sources of Variation in Estimating Litter Characteristics of the Garter Snake, *Thamnophis elegans*. *Journal of Herpetology* 25: 261–268.
- Feria-Ortiz, M. (1986). Contribución al Conocimiento del Ciclo de Vida de *Sceloporus torquatus torquatus* (Lacertilia, Iguanidae) al sur del Valle de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM.
- Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca & I. H. Salgado-Ugarte (2001). Diet and Reproductive Biology of the Viviparous Lizard *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Journal of Herpetology* 35: 104–112.
- Feria-Ortiz, M., U. O. García-Vázquez & J. L. Aguilar-López (2007). *Plestiodon brevirostris* (Short-nosed Skink). Reproduction. *Herpetological Review* 38: 81.
- Feria-Ortiz, M., N. L. Manríquez-Moran & A. Nieto-Montes de Oca (2011). Species Limits Based on MTDNA and Morphological Data in the Polytypic Species *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Herpetological Monographs* 25: 25–51.
- Fitch, H. S. (1954). Life History and Ecology of the Five-lined Skink, *Eumeces fasciatus*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 8(1): 1–156.
- Fitch, H. S. (1970). Reproductive Cycles in Lizards and Snakes. University of Kansas, Museum of Natural History 52: 12–74.

- Fitch, H. S. (1985). Variation in Clutch and Litter Size in New World Reptiles. The University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publication 76: 1–76.
- García-Berthou, E. & 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.
- Goldberg, S. R. (1971). Reproductive Cycle of the Ovoviviparous Iguanid Lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. Herpetologica 27: 123–131.
- Goldberg, S. R. (1972). Seasonal Weight and Cytological Changes in the Fat Bodies and Liver of the Iguanid Lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. Copeia 1992: 227–232.
- Goldberg, S. R. (2002). *Plestiodon brevirostris* (Short-nosed Skink). Reproduction. Herpetological Review 33: 134.
- González-Espinoza, J. E. (2006). Ecología Reproductiva de *Sceloporus jalapae* (Reptilia, Phrynosomatidae) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Guillette, L. J. Jr. (1983). Notes Concerning Reproduction of the Montane Skink, *Eumeces copei*. Journal of Herpetology 17: 144–148.
- Guillette, L. J. Jr. & D. A. Bearce (1986). The Reproductive and Fat Body Cycles of the Lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. Transactions of the Kansas Academy of Science 89: 31–39.
- Guillette, L. J. Jr. & G. Casas-Andreu (1980). Fall Reproductive Activity in the High Elevation Lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. Journal of Herpetology 14: 143–147.
- Guillette, L. J. Jr. & G. Casas-Andreu (1981). Seasonal Variation in Fat Body Weights of the Mexican High Elevation Lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. Journal of herpetology 15: 366–371.
- Guillette, L. J. Jr. & G. Casas-Andreu (1987). The Reproductive Biology of the High Elevation Mexican Lizard *Barisia imbricata*. Herpetologica 43: 29–38.

- Guillette, L. J. Jr. & P. W. Sullivan (1985). The Reproductive and Fat Body Cycle of Lizard *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology*. 19: 474–480.
- Hall, R. J. & H. S. Fitch (1972). Further Observations on the Demography of the Great Plains Skink (*Eumeces obsoletus*). *Transactions of the Kansas Academy of Science* 74: 93–98.
- INEGI (2011). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 18 de febrero de 2011. Disponible on line URL. www.inegi.org.mx
- Jiménez-Cruz, E. (2007). Ciclo y Características Reproductivas de una Población de la Lagartija *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) de Teotihuacán, Edo. De México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Licht, P. (1984). Reptiles. *In* Marshall's Physiology of Reproduction. Vol. 1. Reproductive Cycles of Vertebrates (G. E. Lamming and A. S. Parkes, Eds.), pp. 206–321. Churchill Livingstone, New York.
- López-Hernández, I. D., M. Feria-Ortiz & M. Martínez-Coronel (2008). Tamaño de Camada en *Plestiodon brevirostris*. *Boletín Sociedad Herpetológica Mexicana* 16: 15–17.
- Loumbourdis, N. S. & M. E. Kattoulas (1985). Seasonal Changes in Liver and Fat Body Masses in the Lizard *Agama stellio stellio* (Sauria: Agamidae). *Amphibia-Reptilia* 6: 155–162.
- McKinney, R. B. & K. R. Marion (1985). Reproductive and Fat Body Cycles in the Male Lizard, *Sceloporus undulatus*, from Alabama, with Comparisons of Geographic Variation. *Journal of Herpetology* 19: 208–217.
- Méndez-de la Cruz, F. R., L. J. Guillette Jr., M. Villagrán-Santa Cruz & G. Casas-Andreu (1988). Reproductive and Fat Body Cycles of the Viviparous Lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 22: 1–12.
- Méndez-de la Cruz, F. R., M. Villagrán-Santa Cruz & R. M. Andrews (1998). Evolution of Viviparity in the Lizards Genus *Sceloporus*. *Herpetologica*. 54: 521–532.

- Mojica, B. H., B. H. Rey, V. H. Serrano & M. P. Ramírez-Pinilla (2003). Annual Reproductive Activity of a Population *Cnemidophorus lemniscatus* (Squamata: Teiidae). *Journal of Herpetology* 37: 35–42.
- Ortega-Rubio, A. & R. Barbault (1984). Reproduction in the Mezquite Lizard *Sceloporus grammicus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 18: 168–175.
- Porter, K. R. (1972). *Herpetology*. The University of Denver, Department of Biological Sciences
- Ramírez-Bautista, A., L. J. Guillette Jr., G. Gutiérrez-Mayen & Z. Uribe-Peña (1996). Reproductive Biology of the Lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolcanico, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 41: 103–110.
- Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres & L. J. Vitt (1998). Reproductive Cycle and Brood Size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Queretaro, Mexico. *Journal of Herpetology* 32: 18–24.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, A. Leyte-Manrique & G. Sánchez-Rojas (2006). Influencia del Cuerpo Graso e Hígado en la Reproducción de Cuatro Poblaciones de la Lagartija *Sceloporus grammicus* del Estado de Hidalgo, México. *Boletín Sociedad Herpetológica Mexicana* 14: 1–11.
- Ramírez-Bautista, A., O. Ramos-Flores & J. W. Sites Jr. (2002). Reproductive Cycle of the Spiny Lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central México. *Journal of Herpetology* 36: 225–233.
- Ramos-Flores, O. (2003). Ecología Reproductiva de dos Poblaciones de la Lagartija Vivípara *Sceloporus jarrovi* (Squamata: Phrynosomatidae) en el municipio de Guadalcázar S.L.P. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- Rodríguez-Romero, F., F. R. Méndez-de la Cruz, R. García Collazo & M. Villagrán-Santa Cruz (2002). Comparación del Esfuerzo Reproductor en dos

Especies Hermanas del Género *Sceloporus* (Sauria: Phrynosomatidae) con Diferente Modo Reproductor. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 181–188.

- Shine, R. (2005). Life-History Evolution in Reptiles. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36: 23–46.
- Simbotwe, M. P. (1978). Geographic Variation and Natural Selection in *Eumeces obsoletus* (Reptilia: Sauria: Scincidae). Unpublished dissertation. University of Kansas.
- Simbotwe, M. P. (1980). Reproductive Biology of the Skinks *Mabuya striata* and *Mabuya quinquetaeniata* in Zambia. *Herpetologica*. 36: 99–104.
- Telford, S. R., Jr. (1970). Seasonal Fluctuations in Liver and Fat Body Weights of the Japanese Lacertid *Takydromus tachydromoides* Schlegel. *Copeia* 681–688.
- Tinkle, D. W. (1972). The Dynamics of a Utah Population of *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 28: 351–359.
- Vitt, L. J. & W. E. Cooper Jr. (1985). The Relationship between Reproduction and Lipid Cycling in the Skink *Eumeces laticeps* with Comments on Brooding Ecology. *Herpetologica* 41: 419–432.
- Vitt, L. J. & W. E. Cooper Jr. (1986). Skink Reproduction and Sexual Dimorphism: *Eumeces fasciatus* in the Southeastern United State, with Notes on *Eumeces inexpectatus*. *Journal of Herpetology* 20: 65–76.
- Vitt, L. J. & H. J. Price (1982). Ecological and Evolutionary Determinants of Relative Clutch Mass in Lizards. *Herpetologica* 38: 237–255.