REVISTA IBÉRICA de Aracnología

ARTÍCULO:

Ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) en una localidad del Estado de Guerrero, México.

Ana F. Quijano-Ravell
Javier Ponce-Saavedra
Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz,"
Facultad de Biología,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Ciudad Universitaria,
58060 Morelia, Michoacán.
Email: javierpon@gmail.com

Oscar F. Francke
Departamento de Zoología,
Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Apartado Postal 70-153, 04510
México, D. F.

Revista Ibérica de Aracnología
ISSN: 1576 - 9518.
Dep. Legal: Z-2656-2000.
Vol. **19**
Sección: Artículos y Notas.
Pp: 133−145.
Fecha de publicación: 15-Febrero-2011

Edita:
Grupo Ibérico de Aracnología (GIA)
Grupo de trabajo en Aracnología
de la Sociedad Entomológica
Aragonesa (SEA)
Avda. Radio Juventud, 37
50012 Zaragoza (ESPAÑA)
Tef. 976 324415
Fax. 976 535697
C-elect.: amelic@telefonica.net

Director: Carles Ribera
C-elect.: cribera@ub.edu

Indice, resúmenes, abstracts, vols. publicados:
http://gia.sea-entomologia.org/jour_intro_es.html

Página web GIA:
http://gia.sea-entomologia.org

Página web SEA:
http://www.sea-entomologia.org

ARTÍCULO:

Ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) en una localidad del Estado de Guerrero, México.

Ana F. Quijano-Ravell, Javier Ponce-Saavedra & Oscar F. Francke

Resumen:

A partir de datos de campo tomados durante un año de observaciones en "La Coronilla" cerca de Ahuehuepan, municipio de Tepecoacuilco de Trujano, Guerrero, México, se reconstruyó el ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad 1976. La especie habita en un bosque tropical seco en simpatría con otras tres especies de escorpiones: *Centruroides limpidus* (Karsch 1879), *Vaejovis variegatus* Pocock 1898 y *Vaejovis atenango* Francke y González-Santillán 2007. Se determinó un factor de crecimiento de 1.27 para la longitud del caparazón cefalotorácico y con este valor se estimaron los cambios morfométricos hasta alcanzar el estado adulto, y se compararon con los datos obtenidos en campo concluyendo que la especie requiere de 7 estadios, 6 mudas y un mínimo de cuatro años para alcanzar el estado adulto. Se presenta también la fenología de *Hadrurus gertschi* durante un año, medida en abundancia relativa y patrón de actividad superficial. Se registra actividad de apareamiento para los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

Palabras clave: Alacranes, ciclo de vida, *Hadrurus gerstchi*, factor de crecimiento, actividad superficial.

Life cycle of *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) from Guerrero, México

Abstract

The life cycle of *Hadrurus gertschi* Soleglad 1976 was reconstructed from field data taken during one year of observations in "La Coronilla", near Ahuehuepan, in Tepecoacuilco de Trujano municipality, Guerrero, Mexico. The species inhabits tropical dry schrub forest in sympatry with three other scorpion species: *Centruroides limpidus* (Karsch 1879), *Vaejovis variegatus* Pocock 1898 and *Vaejovis atenango* Francke and González-Santillán 2007. A growth factor of 1.27 for the carapace length was determined and then used to estimate the morphometric changes between each instar to reach the adult stage and compared them with data obtained in the field. We concluded that this species requires 7 instars and 6 molts, and at least four years to reach adulthood. We also present the phenology of *Hadrurus gertschi* during one year, measured in relative abundance and surface activity pattern. Matting activity was observed in July, August, September and October.

Key words: Scorpions, life cycle, *Hadrurus gertschi*, growth factor, surface activity.

Introducción

Tomando como referencia la clasificación de Francke y Prendini (2008), la familia Iuridae Thorell, 1876 está conformada por cinco géneros, uno de los cuales *Hadrurus,* Thorell, 1876, comprende a ocho especies: *H. arizonensis,* Ewing 1928, *H. aztecus* Pocock, 1902, *H. concolorous* Stahnke, 1969, *H. gertschi* Soleglad, 1976, *H. hirsutus* (Wood, 1863), *H. obscurus* Williams, 1970, *H. pinteri* Stahnke, 1969 y *H. spadix* Stahnke, 1940; esta última especie es la única del género que no se encuentra registrada para México. Las ocho especies de *Hadrurus* tienen hábitos fosoriales, y rara vez vagan lejos de la entrada de su madriguera (Francke y Prendini 2008).

El conocimiento cuantitativo sobre parámetros demográficos y ecológicos que son fundamentales para el estudio de los escorpiones, a la fecha son escasos y están siendo generados con trabajos como el que ahora se presenta. En todo el mundo se tienen conocimientos básicos de ecología de de poblaciones de muy pocas especies: *Paruroctonus mesaensis* Stahnke, 1957 (Polis y McCormick 1986) y *Vaejovis* aff. *occidentalis* (Ponce y Díaz-Mora 2002)

de la familia Vaejovidae; *Urodacus yaschenkoi* (Birula, 1903) (Shorthouse 1971) y *Urodacus manicatus* (Thorell, 1876) (Smith 1966) de la familia Urodascidae; y *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke, 2004 (Ponce 2003, Ponce et al. 2006), *Centruroides vittatus* (Say, 1821) (Brown 2001, Brown et al. 2002; Yamashita 2004) y *Centruroides limpidus* (Karsch, 1879) (Ponce y Vázquez 2007) de la familia Buthidae.

Los ciclos de vida de los escorpiones tienen grandes tiempos generacionales (Polis 1990), aún en especies típicamente colonizadoras como los Buthidae se requiere de más de un año para completar un ciclo (Ponce 2003, Ponce et al. 2006). Su actividad depredadora se ha reconocido como un regulador natural de poblaciones de insectos y otros arácnidos (Polis 1990); sin embargo se desconoce mucho sobre su biología, por lo que es necesario hacer estudios de este tipo para tener elementos objetivos sobre la importancia de este grupo de arácnidos en sus hábitats naturales.

Durante una visita de colecta general en julio de 2006 se notó: (a) alta densidad de madrigueras de *H. gertschi* en la zona y (b) la captura de solo tres estadios aparentemente separados por dos mudas uno del otro sugiriendo una fenología sincronizada para esta especie; motivo por el cual surgió el interés por estudiar el comportamiento de esta especie, iniciando con trabajos de campo en los primeros meses de 2008 para establecer el área de estudio, hacer los primeros monitoreos y determinar el seguimiento durante un ciclo anual a partir del mes de agosto de ese año. La localidad en la cual se realiza este trabajo se caracteriza por una vegetación de bosque tropical seco (Rzedowski 1978), en la que *H. gertschi* comparte este hábitat con tres especies de escorpiones; *Centruroides limpidus* Karsch, *Vaejovis variegatus* Pocock, 1898 and *Vaejovis atenango* Francke y González-Santillán, 2007.

Los estudios para la determinación de los estadios necesarios para alcanzar la edad adulta se basan en el factor de crecimiento, usando como referencia el factor de Dyar (1890 en Francke y Sissom 1984), el cual es una progresión geométrica ($\sqrt[3]{2}$=1.26) entre una muda y otra que puede aplicarse a diversas estructuras, principalmente la longitud del cefalotórax. En alacranes hay tres métodos para determinar el número de estadios necesarios para llegar a la madurez: (a) el método indirecto mediante el cual se establecen clases de tamaño en las muestras disponibles las cuales se equiparan a los estadios; (b) el método directo que requiere de la cría de los especímenes en laboratorio hasta que alcancen la madurez y (c) el método mixto propuesto por Francke (1976) y que consiste en usar los valores obtenidos de una historia de vida parcial y extrapolar mediante el factor de crecimiento el resto de los estadios, método usado ya en otros trabajos (Ponce y Diaz-Mora 2002, Ponce 2003).

Material y Métodos

Localización del Área

El estudio fue desarrollado, en una zona que se conoce como "Cerro La Coronilla" y se ubica a 3.4 km al noroeste de Ahuehuepan, municipio de Tepecoacuilco de Trujano, en el estado de Guerrero, México; geográficamente ubicada en latitud 18º 00' 57" N y longitud 99º 31' 32" O (Figura 1), a una altitud de 857 msnm. Se caracteriza por tener clima cálido subhúmedo AWo (W) (i') g (García 1981), con una vegetación de bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). La localidad se seleccionó en referencia a la región de Mezcala, en donde se tienen registros previos de poblaciones de *Hadrurus gertschi* (Beutelspacher, 2000; Fet et al., 2000).

Trabajo de Campo

Se establecieron 5 cuadrantes, de 400 m^2 cada uno, para estimar la densidad poblacional de *Hadrurus gertschi.* Los cuadrantes fueron ubicados en diferentes áreas de la zona de estudio, representando la variación ambiental detectada, principalmente las diferencias de exposición (laderas Norte, Sur, Este y Oeste; y cuadrante plano). La distancia entre los cuadrantes más distantes era de aproximadamente 1 km. Los cuadrantes se delimitaron con cuerda y cada esquina se marcó con una etiqueta pintada de color fluorescente (Figura 2a).

Todas las etiquetas se fijaron por el centro con un clavo y una rondana. Dentro de cada cuadrante se registró el número total de madrigueras de *H. gertschi* que este contenía; para ello se utilizaron otras etiquetas, las cuales tenían el número y orientación del cuadrante así como el número de madriguera correspondiente. Las etiquetas se ubicaron a 10 cm al Sur de la entrada de la madriguera, independientemente de la orientación del cuadrante (Figura 2b). En la primera fecha de muestreo, se elaboraron cinco mapas de distribución de madrigueras con evidencia de actividad y sin actividad o al menos, sin evidencia de ello. Todas las madrigueras fueron etiquetadas para llevar un registro individual del comportamiento en un mapa de coordenadas XY (Figura 3). Los muestreos se realizaron mensualmente durante la luna nueva. Se utilizaron lámparas de luz ultravioleta de aprox. 300 nm de longitud de onda para la detección de los alacranes (Sissom et al. 1990). En cada muestreo se realizaron dos recorridos en noches consecutivas en todos los cuadrantes para la detección, captura y medición de los individuos.

Normalmente los alacranes activos esperan al acecho en la entrada de la madriguera; ante presas o estímulos menores suelen salir algunos centímetros, pero ante estímulos mayores (e. g., un colector) desaparecen al interior rápidamente. La técnica de captura requirió de mucha paciencia, rapidez con el manejo de las pinzas, y en muchas ocasiones usar una ramita para simular las vibraciones de un insecto y estimular al alacrán a que saliera de la madriguera. La información recabada mediante la captura de diversos alacranes durante más de un año fue utilizada para la determinación del ciclo de vida. Cada alacrán capturado fue colocado en una bolsa de plástico Ziploc® y medido inmediatamente. A cada individuo capturado se le tomaron 8 medidas morfométricas: longitud del caparazón cefalotorácico

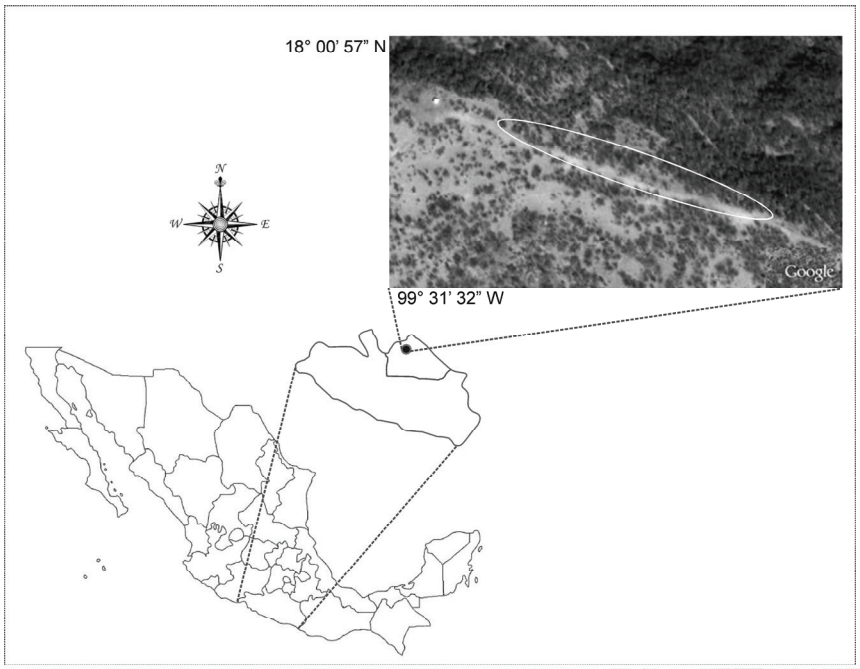


Figura 1. Ubicación del área de estudio, "Cerro La Coronilla", Ahuahuepan, Municipio de Tepecoacuilco de Trujano, Estado de Guerrero, México

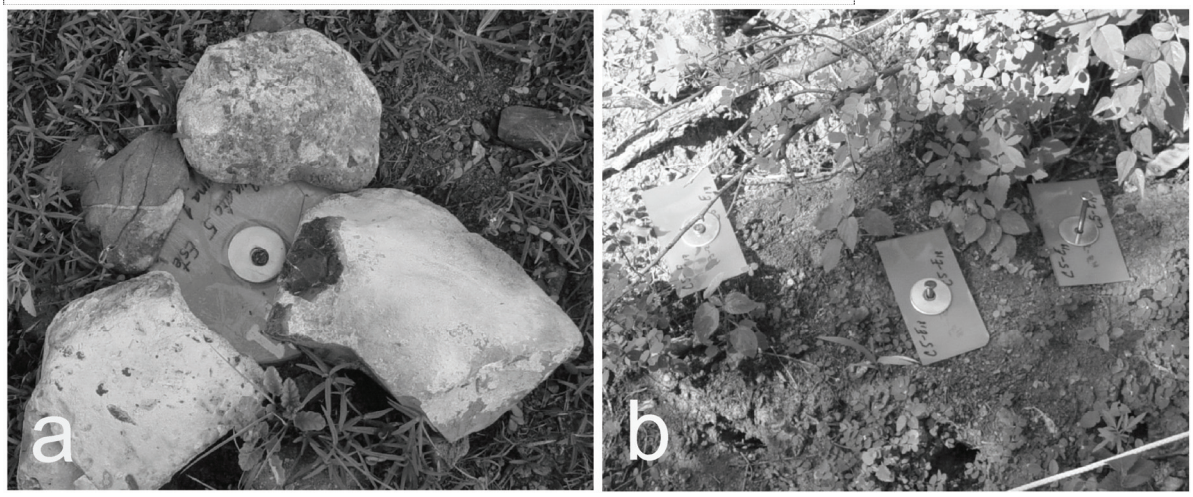


Figura 2. Etiquetas fijadas en campo para la correcta ubicación de madrigueras.

(LCTX); longitud del metasoma (LMT); longitud del segmento caudal V (LSCV); longitud de la vesícula (LVESÍCULA); longitud del aguijón (LAG), longitud del fémur (LFÉMUR) y patela (LPATELA) del pedipalpo; y longitud de la quela del pedipalpo (LQUELA). Después de tomar las medidas del animal, este fue regresado a su madriguera para observaciones posteriores y registro de sus cambios morfométricos. Todas las mediciones de campo fueron tomadas con un Vernier con 0.1 mm de precisión.

El sexo de los adultos fue determinado tomando como referencia el desarrollo de los peines (Figura 4), grandes y más numerosos en machos (29 a 35). En la hembra, son peines más cortos, sin alcanzar la articulación coxa-trocánter y tienen menos dientes (25 a 29).

Para establecer el patrón de actividad se trabajó durante el día. Cada cuadrante fue revisado, buscando las etiquetas y madrigueras que en él se encontraban. Las madrigueras fueron registradas como "inactivas" cuando no se observó evidencia o rastro de la entrada; cuando la entrada estaba bloqueada o la madriguera se encontró habitada por arañas u hormigas (Figura 5a); mientras que se registraron como "activas" las madrigueras que mostraban la entrada limpia, con un "túmulo" bien construido y con evidencia de actividad reciente, lo cual fue corroborado en el muestreo nocturno, ya que coincidían las etiquetas "activas" con madrigueras en las que se observó alacrán al acecho (Figura 5b).

Análisis de datos.

Para la determinación de los estadios necesarios para alcanzar la edad adulta en principio se determinó un factor de crecimiento, mediante el método mixto (Francke, 1976) y que consiste en utilizar los valores obtenidos a partir de un ciclo de vida parcial y extrapolar el factor de crecimiento para el resto de los estadios, con la diferencia de que en este estudio se incorpora el seguimiento de los ejemplares en campo.

El primer paso fue comparar la longitud del caparazón cefalotorácico entre hembras y machos adultos, asignan-

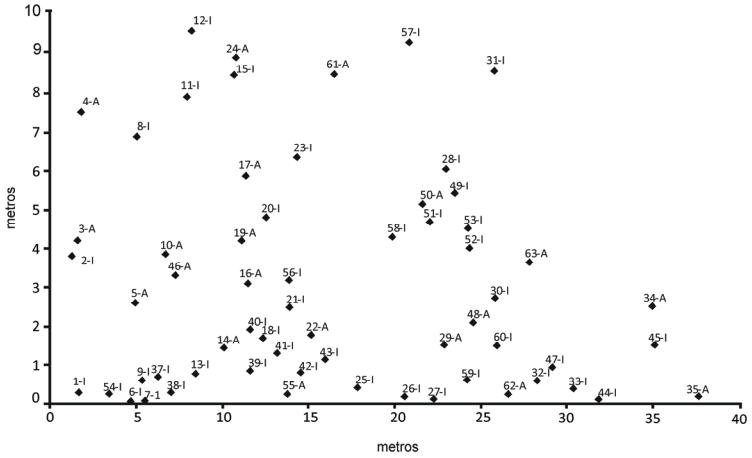


Figura 3. Mapa de registro de madrigueras por exposición (cuadrante). Las letras indican la actividad registrada, (A= Activo, I= Inactivo).

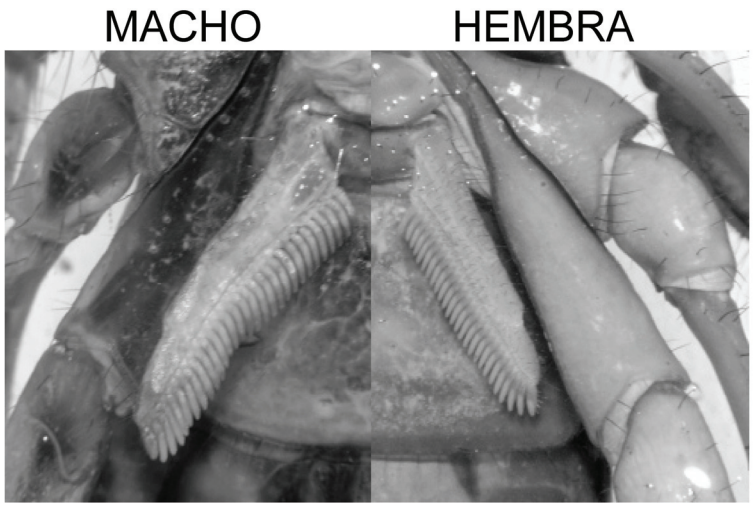


Figura 4. Desarrollo de los peines en *Hadrurus gertschi*; en los machos (izquierda) los peines son más largos, sobrepasando la articulación coxa-trocánter; los dientes son más grandes y más numerosos (≈29). En la hembra (derecha), los peines son más cortos, alcanzando la articulación coxa-trocánter y tienen menos dientes (≈25).

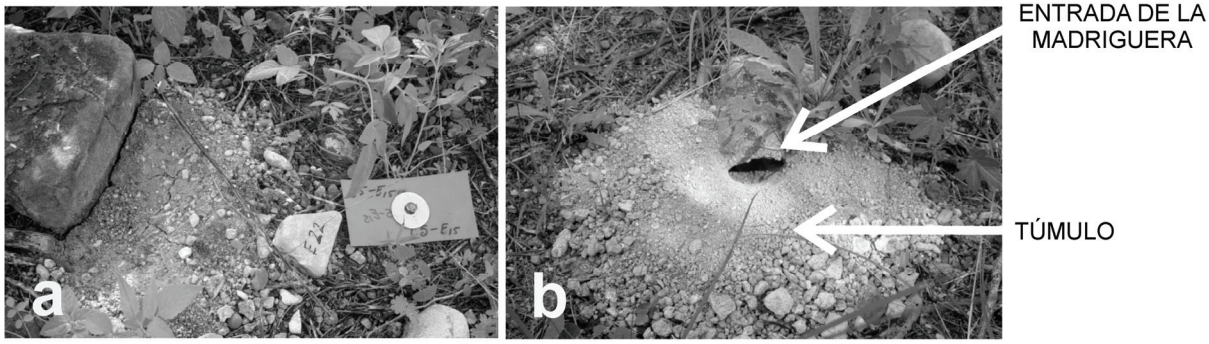


Figura 5. Madriguera de *Hadrurus gertschi*, a) entrada de la madriguera tapada ("inactiva"); b) madriguera con túmulo bien definido ("activa").

do en principio este estadio a los ejemplares de mayor tamaño (14 hembras y 7 machos). Para corroborar la validez de esta asignación se realizaron excavaciones de madrigueras de ejemplares hembras a las que se les asignó el estadio de adulto y en cuatro de ellas se encontraron crías, lo cual corrobora la asignación. En el caso de los machos los tres ejemplares que se observaron en cortejo, fueron medidos y comparados con los datos de los ejemplares de mayor tamaño que se capturaron, siendo estadísticamente coincidentes ($p>0.05$).

Después, con una prueba no paramétrica de concordancia (Ji-cuadrada), se probó la posible diferencia entre los valores de longitud del caparazón cefalotorácico de machos y hembras encontrando que no hubo diferencia estadística significativa ($p>0.05$) y así usar estos valores en la asignación de edades a los otros ejemplares medidos en campo, independientemente del sexo.

Se aplicaron 5 valores distintos de probable factor de crecimiento, iniciando con el valor de Dyar (1.26) y

como valor superior 1.30, considerando la variación observada en otros alacranes (Sissom 1980, Ponce 2003, Ponce y Díaz-Mora 2002). Se determinó utilizar la medida de longitud del caparazón cefalotorácico porque es la estructura que menor error de medición presentó (EE=0.02) con respecto a otras estructuras que pudieran ser igualmente confiables como el Segmento Caudal (EE=0.03).

Se inició con la muestra del estadio más pequeño disponible en campo (estadio II, n=30) y a partir de allí, se hicieron las estimaciones para los estadios superiores. Los valores promedio y los rangos obtenidos, se usaron para asignar edades a los animales que fueron medidos en campo y se probó el ajuste no paramétrico (Ji-cuadrada) de las estimaciones con cada factor probado. También se usó una prueba paramétrica de ajuste de medias con la distribución Z. Posteriormente cada asignación se sometió a un análisis de clasificación multivariada con el método del Análisis Discriminante Canónico (Figura 6). Se calculó el crecimiento esperado para otras seis estructuras medidas en cada ejemplar utilizando el factor con el cual se tuvo el mejor ajuste y se obtuvieron los valores promedio y rango para cada estructura (Tabla II), y con esto definir si hay un crecimiento proporcional al caparazón cefalotorácico o existe cierto grado de alometría.

De los datos de campo se separaron los ejemplares que fueron registrados en más de una fecha de captura y que representaron un cambio de estadio (n=24), para calcular el factor de crecimiento individual, se agruparon por "muda" y se compararon con los factores de crecimiento obtenidos mediante la asignación usando el mejor factor estimado. De esta manera se obtuvo información de mudas entre la mayoría de los estadios, excepto del I al II porque no se capturaron alacranes del estadio I. Para reconstruir el ciclo de vida se usaron también datos provenientes de capturas realizadas en 2006 y principios de 2008.

Para el análisis de la fenología se utilizaron ejemplares capturados y medidos entre agosto de 2008 y julio de 2009. Los datos fueron ordenados por edad y en el caso de los adultos y el estadio VI, también por sexo. La proporción sexual y la actividad se registraron como frecuencias y se calculó la proporción de madrigueras activas por cuadrante y por mes, para analizar posibles diferencias mediante una prueba no paramétrica para muestras múltiples de Kruskal-Wallis.

Resultados

Factor de Crecimiento

El factor de crecimiento determinado para esta especie, por ser el que presentó mejor ajuste a los datos observado en campo, fue de 1.27 para la longitud del caparazón cefalotorácico, muy cercano al factor de Dyar (1.26).

De acuerdo con esta información se asignaron las edades a todos los alacranes medidos en campo (n=249), usando los promedios y rangos esperados para los diferentes estadios hasta alcanzar el tamaño de los adultos, encontrando que para ello se requieren de 6 mudas y 7 estadios (Tabla I).

El método discriminante permitió evaluar la asignación de edades no sólo con la predicción de la longitud del caparazón cefalotorácico, sino con las otras 7 medidas tomadas a los ejemplares, lo que supondría, en caso de que las asignaciones fueran equivocadas, un margen de error mayor que al utilizar sólo una variable morfométrica. Nuestros resultados con base en los 249 ejemplares capturados y medidos fueron muy congruentes con la asignación inicial al obtener menos del 1% de "malas clasificaciones" (0.803) (Figura 6).

Con la asignación de edades a los 249 ejemplares capturados en el año, se procedió a calcular el factor de crecimiento de las otras estructuras medidas excluyendo el aguijón, debido a que por su forma y el que en ocasiones estaba roto, las mediciones tuvieron una variación mucho mayor que las otras estructuras. En el caso del caparazón cefalotorácico el factor promedio usando las asignaciones de los ejemplares de campo fue 1.27, mientras que en las otras estructuras varió de 1.24 a 1.30, con los valores más pequeños para las tres estructuras medidas en los pedipalpos, lo que sugiere un posible crecimiento alométrico para estas partes del animal (Tabla II).

De la muestra de ejemplares registrados en más de una fecha de captura se tuvieron 24 datos de animales capturados con los cuales se obtuvo que la longitud del caparazón cefalotorácico se ajustó en promedio a un factor de crecimiento de 1.26, igual que el segmento caudal V y la vesícula (se probó estadísticamente el valor promedio con una prueba de Z), aunque esta última también se ajustó a una media de 1.27. El resto de las estructuras arrojaron valores promedio estadís-ticamente distintos al factor de Dyar (Tabla III).

El factor de crecimiento calculado con estos ejemplares para la longitud del cefalotórax varió entre 1.22 a 1.26 dependiendo de la edad. Considerando todas las edades observadas, el factor de crecimiento corresponde a una población cuya media de factor de crecimiento es de 1.26 con una desviación estándar de 0.04; misma situación para el segmento caudal V; aunque este tuvo mayor variación (SD= 0.08). Las estructuras del pedi-palpo mostraron mediciones promedio menores, varian-do de 1.22 a 1.26, medias que de acuerdo con la prueba paramétrica de Z corresponden a poblaciones con medias de 1.22 para la quela, 1.23 para la patela y 1.26 para él fémur (Tabla III).

Fenología

De acuerdo con la asignación de edades a los ejemplares de campo, el estadio más pequeño (II) se registró en los meses de mayo, junio y principios de julio, habitado en pequeñas madrigueras distribuidas alrededor de una madriguera de hembra adulta. A las madrigueras se les midió la anchura máxima de la entrada (Figura 7) obteniendo (1.93 cm, ±0.23) para el estadio II (n=8) y 4.5 cm, (±0.87) en las madrigueras de las madres (n=3).de longitud promedio del carapacho, se recolectó los 12 meses del muestreo con las abundancias más altas

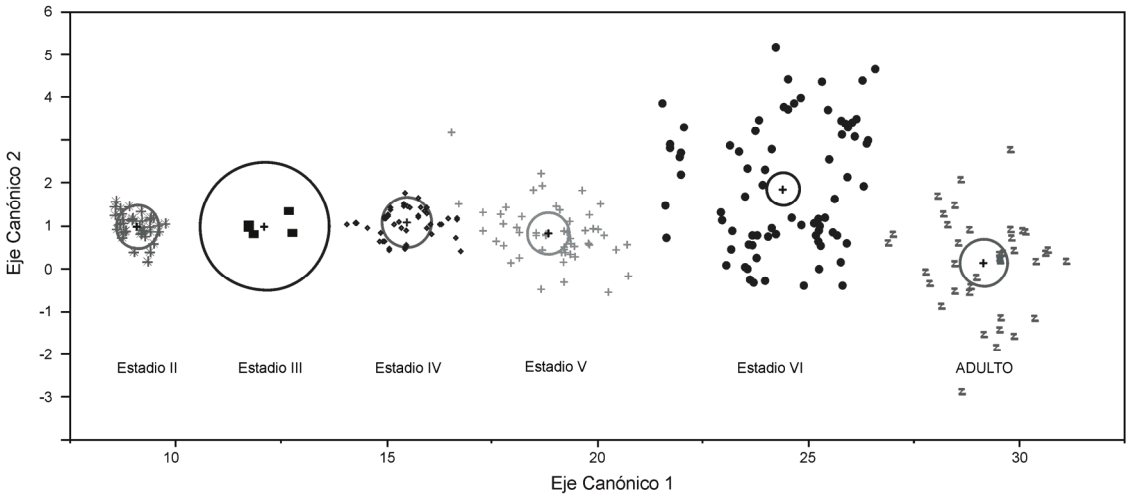


Figura 6. Análisis Discriminante Canónico realizado con las asignaciones de todas las estructuras consideradas para *Hadrurus gertschi.* (Porcentaje de malas clasificaciones=0.803; n=249)



Figura 7. Anchura máxima de la entrada de las madrigueras.

El resto de los estadios tiene un comportamiento peculiar, ya que están presentes tres a cuatro edades de manera simultánea, pero no todos en la misma fecha de colecta, lo que indica que hay cierta sincronización en las épocas de apareamiento, nacimiento y muda (Tabla IV, Figura 8).

El estadio más pequeño recolectado (II) se caracteriza por la longitud promedio del caparazón cefalotorácico de 4.1 mm (± 0.02) y se encontró en los meses de mayo y junio, con mayor abundancia en el mes de mayo (88.46%). El estadio III se recolectó pocas veces, registrándose un solo ejemplar para los meses de julio y noviembre; se caracteriza por una longitud promedio del carapacho de 5.6 mm (± 0.03); mientras que el estadio IV estuvo presente la mayor parte del año (7 meses), siendo abril el mes con mayor abundancia (34.62%) con una longitud promedio de 7.2 mm (± 0.03) en el carapacho.

El estadio V se registró durante 9 meses (noviembre-agosto), con mayor frecuencia en los meses de julio y abril (23.21% y 30.36% respectivamente); se caracteriza por una longitud promedio del caparazón cefalotorácico de 8.8 mm (± 0.05). El estadio VI con 11.3 mm (± 0.07) en los meses de julio (14.29%) y mayo (17.46%). Los adultos maduros se caracterizaron por tener una longitud promedio del caparazón cefalotorácico de 13.6 mm (± 0.05). El número de dientes pectinales es de 29–35 para machos y de 25–29 para las hembras. Se registraron durante casi todo el año (excepto diciembre) con mayor abundancia durante los meses de mayo y julio (otras mediciones para cada estadio se muestran en la tabla V). En la muestra proveniente de campo se registraron 8 machos y 34 hembras en estado adulto, con una mayor proporción de hembras en los meses de mayo (17.65%) y julio (32.35%) y en el caso de los machos el mes de julio (62.5%) fue el de mayor abundancia. Se encontraron machos adultos vagabundos (presumiblemente en búsqueda de hembras para aparearse) en los meses de agosto y septiembre y se observó un cortejo en el mes de julio y dos en octubre, lo que sugiere que la época de apareamiento ocurre durante el periodo de lluvias.

Patrón de actividad

Comparando los cuadrantes en cuanto a la actividad registrada durante el presente estudio, se obtuvo que para la ladera con exposición Sur los meses con mayor proporción de madrigueras activas fueron septiembre y octubre, encontrándose presentes los estadios VI y adulto. Para el cuadrante plano (sin pendiente) fueron diciembre y enero, meses en los que se encuentran los estadios IV, V y VI y en enero también el adulto; diciembre fue el único mes del año en el cual no se registraron adultos. Para el cuadrante con pendiente al Norte en septiembre y octubre se registró la mayor actividad y los estadios VI y adulto. En el cuadrante Oeste los meses de diciembre (estadios IV, V y VI) y agosto (estadios V, VI y adulto) presentaron mayor actividad. Para el cuadrante con pendiente al Este los meses con mayor número de madrigueras activas fueron noviembre y mayo, encontrando en noviembre 5 de los 6 estadios registrados en todo el año, el único estadio que no se registró en este mes fue el estadio II (Tabla VI, Figura 9).

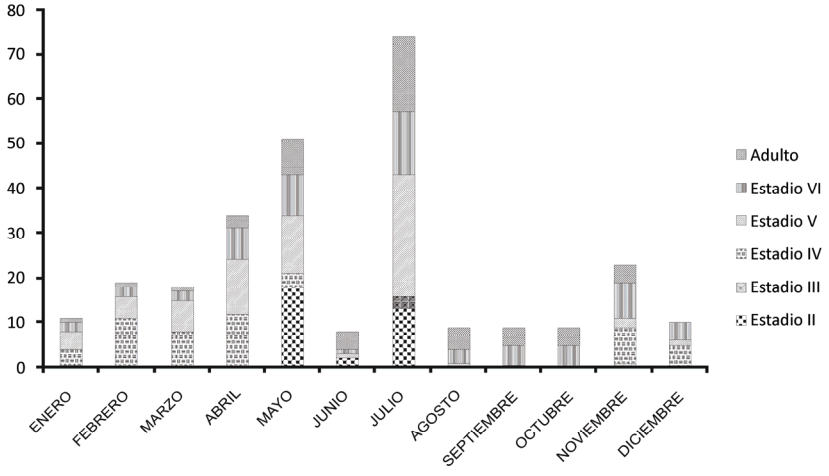


Figura 8. Frecuencia de captura de los diferentes estadios de *H. gertschi* durante un ciclo anual (Agosto 2008-julio 2009).

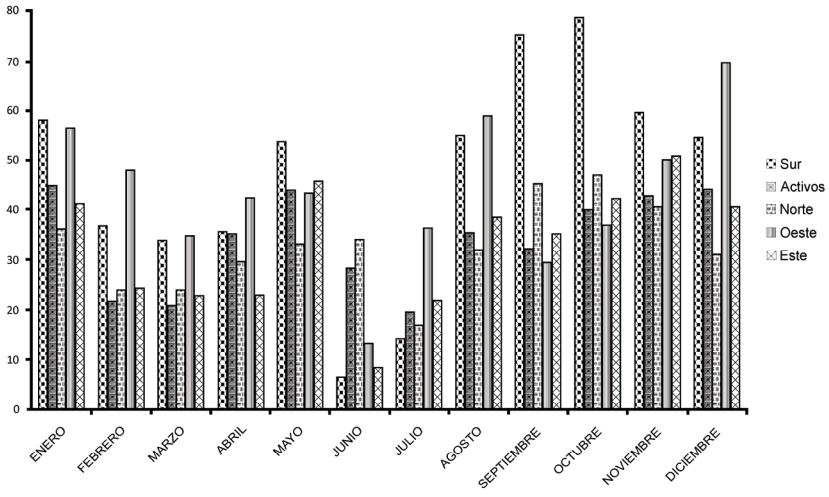


Figura 9. Madrigueras activas por cuadrante y por mes durante un ciclo anual.

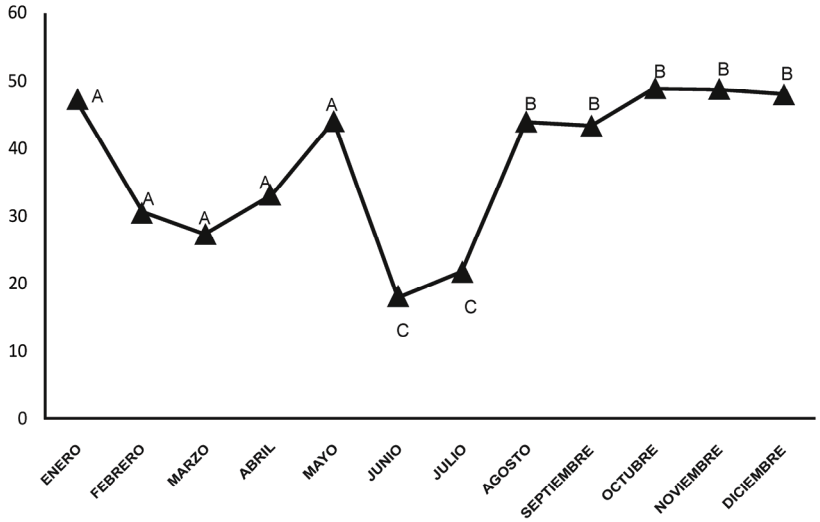


Figura 10. Comporta-miento de la actividad de madrigueras por mes de muestreo.

El ANOVA para comparar la actividad anual por cuadrante y por mes, no mostró diferencia estadística significativa entre cuadrantes ($p>0.05$) pero sí entre meses, con los meses de marzo, abril, junio y julio como los de menor actividad promedio y los meses de octubre a enero con los valores más altos (Figura 10).

Ciclo de vida

De acuerdo con los datos de campo, fue posible establecer el tiempo transcurrido para que un animal de una determinada edad se registrara en el estadio siguiente y con esa información, ordenada suponiendo años sucesivos, se pudo establecer que el tiempo necesario para mudar en las etapas primarias del crecimiento es menor que para las últimas fases del ciclo de vida; así, por ejemplo, para cambiar de estadio II a estadio III sólo transcurren dos meses mientras que para que ocurra la muda entre estadio IV y V se requiere de aproximadamente un año, tiempo similar al que transcurre para que se presente la ecdisis correspondiente al estadio VI. Este estadio dura también un año y entonces muda al estado de madurez sexual.

Las épocas de muda varían con la edad ya que para el cambio de instar II a III se registraron datos del mismo ejemplar en estadios sucesivos en los meses de junio y julio, a diferencia de los ejemplares de mayor edad cuyos cambios de estadio se registraron entre los meses de noviembre y diciembre (de instar III a IV); enero a mayo para los estadios IV a V; enero a marzo para llegar al instar VI y finalmente de enero a abril se registra la época de muda del estadio VI para llegar al estado adulto (Tabla VII, Figura 11). Los apareamientos, de acuerdo con lo observado en campo, se ubicaron en los meses de agosto, septiembre y octubre, época en la que también se registraron los machos vagabundos.

Discusión

Factor de crecimiento

El factor de crecimiento que presentó mejor ajuste para *Hadrurus gertschi* fue 1.27. La variación en el comportamiento del factor de crecimiento en la patela del pedipalpo y la quela, para las que se obtuvo un factor menor (1.24) con respecto al fémur que tuvo un factor promedio de 1.26, sugiere un patrón ligeramente alométrico en el crecimiento de esta especie; situación que ya había sido registrada en otras especies de alacranes como *Uroctonus mordax* Thorell (Francke 1976), *Centruroides vittatus* (Say) y *Vaejovis bilineatus* Pocock (Sissom 1980; Sissom y Francke 1983), *Vaejovis coahuilae* Williams (Francke y Sissom 1984), *Pseudouroctonus reddelli* (Gertsch y Soleglad) (Brown 1997) y otras especies de *Centruroides* y *Tityus* (Lourenço 1979, 1988, 1989). En estos trabajos la tasa de crecimiento definida por Dyar no es constante para las diferentes etapas de desarrollo ni para todas las estructuras medidas, aunque en la mayoría se midió el caparazón cefalotorácico y el segmento caudal V, otros también midieron el dedo fijo de la quela del pedipalpo. Los valores observados varían desde 1.22 hasta 1.33 y sólo en algunas estructuras como el dedo fijo en *Centruroides elii* (Armas y Marcano Fondeur 1992) se obtuvo el valor de Dyar (1.26) (Rouaud et al. 2000).

Por lo anterior y con los la información generada en este trabajo, se puede suponer un crecimiento individual alómetrico para esta especie, con crecimiento ligeramente menor en las estructuras del pedipalpo con respecto a las medidas somáticas, particularmente el caparazón cefalotorácico y el segmento caudal V, medidas que deberán seguir siendo usadas para establecer el factor de crecimiento ya que son las menos variables y las más confiables, en concordancia con el patrón de crecimiento observado en otras especies de alacranes en las que se tomó esta estructura como referencia y cuyos valores variaron entre 1.27 y 1.3 (Francke y Sissom 1984, Ponce 2003, Ponce y Díaz-Mora 2002).

En escorpiones en general se registra aumento de 25-35% en las dimensiones entre los estadios consecutivos (Francke 1976), así cada estructura tiene su propia tasa de incremento (factor de crecimiento) y esto puede variar con cada muda (Sissom 1980), como sucedió con la especie en estudio. Para otras especies del género *Hadrurus* no se dispone de información para poder comparar y concluir algo con respecto a si esto ocurre sólo en *H. gertschi* o puede ser un patrón de crecimiento más generalizado.

Fenología

Es interesante notar, que como en julio del 2006, en julio del 2008 estuvieron presentes los estadio III, V y VI más el adulto; los tres tamaños encontrados en el muestreo inicial (2006), y que generó el interés en estudiar esta población de *H. gertschi*. Este comportamiento es peculiar, indicando la sincronización de las épocas de reproducción, nacimiento y muda, lo cual genera el traslape de generaciones.

La presencia del estadio II en pequeñas madrigueras se observó en los meses de mayo, junio y julio, por lo que es de suponerse que en los meses de marzo y abril es cuando ocurren los nacimientos y el transcurso del primer estadio dentro de la madriguera materna, por lo que es hasta la edad II en que los animalitos se dispersan e inician su propia madriguera, cuando se les puede capturar. La ecdisis ocurre dentro de las madrigueras, cuando estas se encuentran "inactivas" y su entrada se encuentra bloqueada por tierra. Al activarse nuevamente, las madrigueras presentan un "túmulo" formado en gran parte por material excavado para agrandar la madriguera (Quijano et al. en preparación), y que contiene restos de presas consumidas así como partes de la exuvia correspondiente a la edad anterior del animal que allí habita.

Patrón de actividad

El presente trabajo es el segundo que se hace para establecer aspectos fenológicos de poblaciones del género *Hadrurus* y el primero con *H. gertschi*; por lo que la comparación se hace con lo obtenido para *H. arizonensis* (Williams 1968, 1969) cerca de Phoenix, Arizona.

Los animales más pequeños (estadios II) se registraron en los meses de mayo y junio, por lo que se infiere que los nacimientos y el primer estadio ocurren en los meses de marzo y abril. Williams (1968) registra que para *H. arizonensis* la mayor actividad de jóvenes del estadio II es en julio, lo cual sugiere que para *H. arizonensis* los nacimientos ocurren aparentemente en mayo-junio. *H. arizonensis* mostró periodicidad estacional definida, siendo mayor la actividad en los meses cálidos y en su totalidad o prácticamente ausente durante los meses de invierno a diferencia de lo que se registra en este trabajo en que los meses de invierno mostraron actividad importante de la población de alacranes, probablemente por efecto del clima tropical de la localidad trabajada que es mucho menos estacional que el desierto de Arizona.

Los machos adultos fueron más activos que las hembras en la superficie tanto para *H. arizonensis* (Williams 1969) como para *H. gertschi*, de quien se hallaron machos adultos vagando en los meses de agosto y septiembre, al parecer porque es en esta época en que hacen la búsqueda de las hembras sexualmente receptivas, como lo confirman los comportamientos de corte-

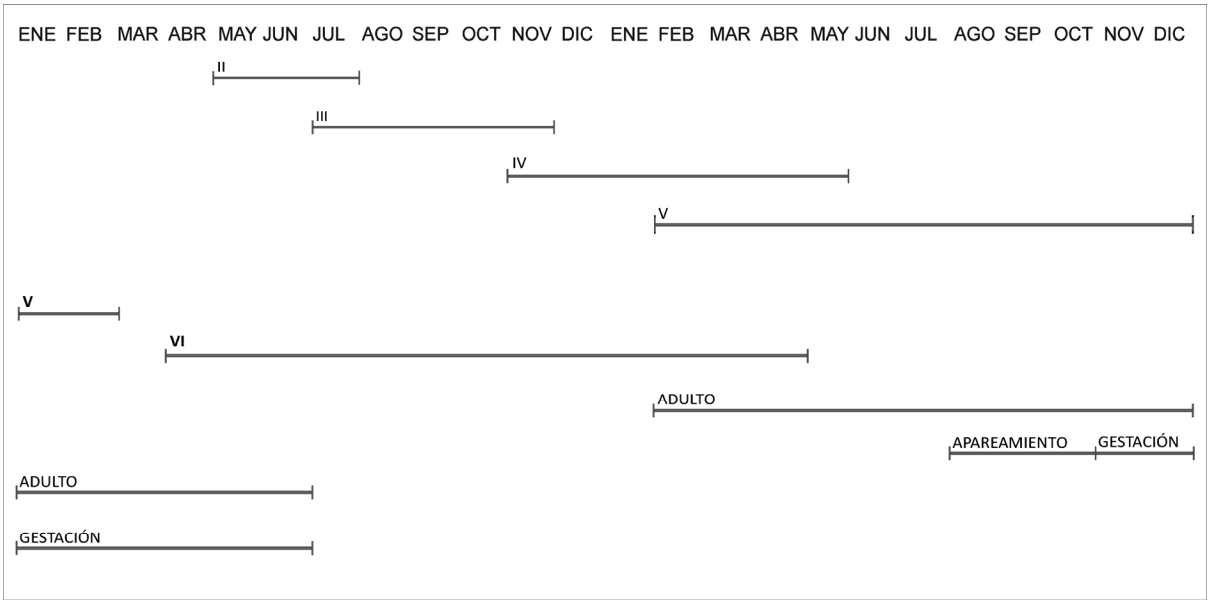


Figura 11. Duración observada en campo para los estadios (números romanos) que conforman el ciclo de vida de *Hadrurus gertschi*.

jo observados en los meses de julio y octubre, meses en los que se ha registrado actividad de apareamiento para especies de al menos cuatro familias (Tabla VIII).

Los meses con mayor proporción de madrigueras activas fueron septiembre, octubre y diciembre, lo cual sugiere que el aumento en el patrón de actividad se debe a la disponibilidad de alimento, ya que la mayor actividad se presenta durante y después de la época de lluvias, disminuyendo sensiblemente durante el estiaje. No todos los estadios son igualmente activos, mostrando que hay una relación entre el tamaño y la actividad estacional y los adultos son claramente más activos que los jóvenes.

El comportamiento de actividad por sexo con los datos de ejemplares capturados, muestra que las hembras fueron más "activas" (73%) que los machos (27%) y el número de machos se incrementó en agosto y septiembre (con algunos vagabundos), julio y octubre, pero su abundancia no fue mayor que la de las hembras, a diferencia de lo registrado por Williams (1968), quien encontró una diferencia sutil en la actividad superficial entre sexos, siendo las hembras ligeramente más activas que los machos durante abril, mayo y junio, mientras que los machos fueron un poco más activos a mediados de agosto, septiembre y principios de octubre.

Ciclo de vida

Con base en los datos del estadio II (n=30) y aplicando el factor de crecimiento 1.27 se calcularon las medidas promedio para los estadios superiores y se hizo la asignación a los alacranes capturados en el campo y una vez probada estadísticamente la concordancia con los datos de campo, se sugiere que para esta especie se requieren de 7 estadios y 6 mudas para llegar a la edad adulta, lo que cae en el rango de los registros de número de mudas que se tienen para otras familias como Buthidae (4-7), Chactidae (5-9), Ischnuridae (5-6), Scorpionidae (5-7) y Vaejovidae (5- 7) (Polis y Sissom 1990). También se determinó que no existe diferencia significativa de tamaño corporal y longitud del caparazón cefalotorácico dependiente del sexo del alacrán, a diferencia de lo que ocurre con algunas especies de la familia Buthidae (*Centruroides balsasensis*, *Centruroides limpidus*, *C. infamatus* Koch y *C. ornatus* Pocock) en las que el tamaño total de los animales es estadísticamente igual en hembras y machos pero no así en su caparazón cefalotorácico (J. Ponce S. Datos no publicados).

Con la información anterior y alineando las épocas de muda y duración de los diferentes estadios registrados en el campo, se reconstruye el ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* y se concluye que se requieren al menos cuatro años para que un animal alcance la madurez sexual y tenga su primer apareamiento, un tiempo de gestación de aproximadamente 8 meses y los nacimientos en los meses de abril y mayo (Figura 11). La duración de 4 años para completar el ciclo en *H. gertschi* es el primer dato para esta especie y para la familia Iuridae, ya que el único estudio que existe al respecto (Williams 1969), no menciona la probable duración del ciclo, concentrándose en la descripción de los patrones de actividad superficial. La variación de la información que al respecto existe es muy amplia e incluye datos de escasos 6 meses para completar un ciclo de vida en algunas especies de la familia Buthidae, hasta especies a las que se les reportan 4.5 años (*Uroctonus yaschenkoi* (Birula) (Shorthouse 1971) e incluso 7 años para *Pandinus gambiensis* Herbst (Schultze 1927) hasta alcanzar la madurez sexual.

Las medidas promedio de longitud del caparazón cefalotorácico obtenidas en este trabajo fueron: para el estadio II de 4.14 mm y para el adulto de 13.6 mm; medidas que al compararlas con lo registrado por Williams (1968) en *H. arizonensis* (4.0 mm para estadio II y 14.0 mm para el adulto) se observa concordancia en los valores de los estadios extremos observados, lo que permite suponer que la estimación es correcta y que

ambas especies son de tamaños similares y su patrón de crecimiento también pudiera serlo y por tanto también el factor de 1.27 pudiera ser aplicable a la especie de Arizona.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Colección Nacional de Arácnidos del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México por el apoyo para el trabajo de campo. Dicho trabajo fue realizado bajo el amparo de la Licencia de Colector Científico (FAUT-0175) otorgado por la SEMARNAT al Dr. O. Francke. Se agradece también el apoyo en el trabajo de campo a Marco A. Villaseñor, Ulises Torres, Víctor Guzmán, Alejandro Valdez, Carlos Santibáñez, Héctor Montaño y Tania Palafox y a los residentes de Ahuehuepan por permitir acampar en sus terrenos. La primera autora desea agradecer a Conacyt por el apoyo financiero otorgado a través de la beca asignada para la realización de estudios de Maestría.

Bibliografía

BEUTELSPACHER, B. C. R. 2000. Catálogo de los Alacranes de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 175 pp.

BROWN, C. A. 1997. Growth rates in the scorpion *Pseudouroctonus reddelli* (Scorpionida, Vaejovidae). *The Journal of Arachnology* **25:**288–294.

BROWN, C. A. 2001. Allometry of offspring size and number in scorpions. En: Scorpions 2001. *In memoriam* Gary A. Polis. V. Fet and P.A. Selden (eds.). *British Arachnological Society*. Burnham Beeches, pp. 307-315.

BROWN, C. A., J. M. DAVIS, D. J. O'CONNELL Y D. R. FORMANOWITZ, JR. 2002. Surface density and nocturnal activity in a west Texas assemblage of scorpions. *Southwestern Naturalist* **47**:409-419.

FET, V., W. D. SISSOM, G. LOWE Y M. E. BRAUNWALDER. 2000. *Catalog of the Scorpions of the World* (1758-1998). New York Entomological Society. New York, USA. 690 pp.

FRANCKE, O. F. 1976. Observations on the life history of *Uroctonus mordax* Thorell (Scorpionida, Vaejovidae). *Bulletin of the British Arachnological Society* **3**:254–260.

FRANCKE, O.F Y D. W. SISSOM 1984. Comparative review of the methods used to determine the number of molts to maturity in scorpions (Arachnida). With analysis of the post-birth development of *Vaejovis coahuilae* Williams (Vaejovidae). *Journal of Arachnology* **12**:1-20.

FRANCKE, O. F. Y L. PRENDINI. 2008. Phylogeny and classification of the giant hairy scorpions, *Hadrurus* Thorell (Iuridae Thorell): a reappraisal. *Systematics and Biodiversity* **6 (2):** 205–223.

GARCÍA, E. 1981. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Inst. Geog. UNAM. 252 pp.

LOURENÇO, W.R. 1979. Le scorpion Buthidae: *Tityus mattogrossensis* Borelli, 1901(morphologie, écologie, biologie et développement postembryonnaire). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris **4e sér. 1 (A1):** 95-117.

LOURENÇO, W.R. 1988. Le développement postembryonnaire de *Centruroides pococki* Sissom & Francke, 1983 (Buthidae) et de *Didymocentrus lesueurii* (Gervais, 1844) (Diplocentridae) (Arachnida, Scorpiones). *Revue Arachnologique* **7 (5):** 213-222.

LOURENÇO, W.R. 1989. Le développement postembryonnaire de *Rhopalurus princeps* (Karsch, 1879) (Scorpiones, Buthidae). *Revista Brasileira de Biologia* **49 (3):** 743-747.

POLIS, G.A. & MCCORMICK, S.J. 1986. Patterns of resource use and age structure among a guild of desert scorpions. *Journal of Animal Ecology* **55**: 59–73.

POLIS, G. A. Y W. D. SISSOM. 1990. Life History. En: G. A. Polis (ed.). *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press. Stanford, California. pp. 161-223.

POLIS, G. A. 1990. Ecology. En: Polis, G. A (ed.). *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press. Stanford, California, pp. 247-293.

PONCE, S. J., 2003. *Ecología y Distribución del género Centruroides Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae), en la Depresión del Balsas del Estado de Michoacán*. Tesis Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México. 276 pp.

PONCE, S. J. Y C. DÍAZ-MORA. 2002. Alacranes (Arachnida: scorpiones) de Colola, Municipio de Aquila, Michoacán, México. *Revista Ciencia Nicolaita* **33**:19-28.

PONCE, S. J., O. FRANCKE B. Y H. SUZÁN A. 2006. Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke (Scorpiones: Buthidae). *Revista Biológicas* **8**:130-137.

PONCE S. J. Y X. J. VÁZQUEZ V. 2007. Aspectos ecológicos de *Centruroides limpidus limpidus* (Karsch) en una localidad de Zitácuaro, Michoacán. *Entomología Mexicana* **6 (1):** 71-75

ROUAUD, C., H. DIETMAR Y W. R. LOURENÇO. 2000. Life history of *Caribetityus elii* (Armas & Marcano Fondeur, 1992) from the Dominican Republic (Scorpiones, Buthidae). *European Arachnology* 2000:87-90.

RZEDOWSKI, J. 1978. *La vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 pp.

SCHULTZE, W. 1927. Biology of the large Philippine forest scorpion. *Philippine J. Sci*, **32 (3):** 375-388.

SHORTHOUSE, D. J. 1971. *Studies on the biology and energetics of the scorpion Urodacus yaschenkoi (Birula 1904).* Ph.D. Thesis, Australian National University.

SISSOM, W. D. 1980. *Life histories of two North American scorpions: Centruroides vittatus (Say) (Buthidae) and Vaejovis bilineatus Pocock (Vaejovidae).* Thesis in Zoology. Master of Sciences. Texas Tech University. 97 pp.

SISSOM, W. D. AND O. F. FRANCKE. 1983 . Post-birth development of *Vaejovis bilineatus* Pocock (Scorpiones: Vaejovidae) . *Journal of Arachnology* **11** :69-75.

SISSOM, W. D., G. A. POLIS Y D. D. WATT. 1990. Field and Laboratory methods. En: Polis, G. A (Ed.). *The Biology of Scorpions.* Stanford University Press. Stanford, California. pp. 445-461.

SMITH, G. T. 1966. Observations on the life history of the scorpion *Urodacus abruptus* Pocock (Scorpionidae),and an analysis of its homesites. *Aust. J. Zool*. **14**, 383-98.

WILLIAMS, S. C. 1968. *Habitat preference and surface activities of the scorpions Hadrurus arizonensis, Vejovis confusus and Vejovis spinigerus*. Thesis Doctor

of Philosophy. Arizona State University. 101 pp.

WILLIAMS, S. C. 1969. Birth activities of some North American scorpions. *Procedings of the California Academy of Sciences* **37**:1-24.

YAMASHITA, T. 2004. Surface activity, biomass, and phenology of striped scorpion, *Centruroides vittatus* (Buthidae) in Arkansas. Euscorpius-*Occasional Publications in Scorpiology* **17**:25-33.

Tabla I. Longitud del caparazón cefalotorácico (mm) de cada estadio. Factor de crecimiento de 1.27 (n=249). (* Los valores del estadio II son los observados (n=30); los demás son estimaciones.)

Estadio	Mínimo	Promedio	Máximo
*II	3.80	4.13	4.50
III	4.83	5.25	5.72
IV	6.13	6.66	7.26
V	7.78	8.46	9.22
VI	9.89	10.74	11.71
Adulto	12.55	13.64	14.87

Tabla II. Factores de crecimiento obtenidos a partir de la asignación de estadios con un factor de crecimiento de 1.27 para el cefalotórax (n=249). (Se usaron valores promedio).

ESTADIO	LCTX	LCOLA	LSCV	LVESÍCULA	LFÉMUR	LPATELA	LQUELA	FACTOR CALCULADO
Estadio II - III	1.34	1.42	1.38	1.54	1.26	1.24	1.29	**1.35**
Estadio III - IV	1.29	1.28	1.24	1.24	1.31	1.31	1.25	1.28
Estadio IV - V	1.23	1.29	1.20	1.24	1.15	1.18	1.19	1.21
Estadio V - VI	1.28	1.30	1.33	1.39	1.27	1.25	1.36	1.31
Estadio VI - Adulto	1.20	1.26	1.25	1.22	1.19	1.20	1.12	**1.21**
FACTOR CALCULADO	1.27	1.31	1.28	1.33	1.24	1.23	1.24	1.27

Tabla III. Factores de crecimiento calculados para las estructuras medidas en la muestra de capturas de estadios sucesivos (Promedio± SD; n=24) (* Valores obtenidos de una observación)

ESTADIO	LCTX	LCOLA	LSCV	LVESÍCULA	LFÉMUR	LPATELA	LQUELA
II a III	1.26 *	1.36*	1.35*	1.40*	1.35*	1.31*	1.23*
III a IV	1.22 *	1.27*	1.26*	1.29*	1.23*	1.19*	1.18*
IV a V	1.26 (±0.02)	1.35 (±0.06)	1.24 (±0.10)	1.26 (±0.13)	1.25 (±0.06)	1.23 (±0.06)	1.21 (±0.07)
V a VI	1.24 (±0.01)	1.34 (±0.16)	1.20 (±0.07)	1.23 (±0.06)	1.25 (±0.15)	1.23 (±0.07)	1.22 (±0.05)
VI a Ad	1.25 (±0.03)	1.29 (±0.04)	1.25 (±0.03)	1.14 (±0.16)	1.24 (±0.05)	1.25 (±0.04)	1.23 (±0.06)
PROMEDIO	1.24	1.32	1.26	1.26	1.26	1.24	1.21

LCTX= longitud del caparazón cefalotorácico; LMT=longitud del metasoma; LSCV= longitud del segmento caudal V; LVESÍCULA= longitud de la vesícula; LFÉMUR= longitud del fémur del pedipalpo; LPATELA= longitud de la patela del pedipalpo; LQUELA= longitud de la quela del pedipalpo.

Tabla IV. Frecuencia de captura de los diferentes estadios de *H. gertschi* durante un ciclo anual.

Mes	Estadio II	Estadio III	Estadio IV	Estadio V	Estadio VI	Adulto
ENERO	--	--	4	4	2	1
FEBRERO	--	--	11	5	2	1
MARZO	--	--	8	7	2	1
ABRIL	--	--	12	12	7	3
MAYO	18	--	3	13	9	8
JUNIO	2	--	--	1	1	4
JULIO	13	3	--	27	14	17
AGOSTO	--	--	--	1	3	5
SEPTIEMBRE	--	--	--	--	5	4
OCTUBRE	--	--	--	--	5	4
NOVIEMBRE	--	2	8	2	8	4
DICIEMBRE	--	--	5	1	4	--

Tabla V. Medidas tomadas a los ejemplares de cada estadio (en mm) para cada una de las estructuras consideradas.

ESTADIO		LCTX	LCOLA	LSCV	VESÍCULA	LFÉMUR	LPATELA	LQUELA
Estadio II	MIN	3.8	10.6	3.0	1.6	2.3	3.0	6.0
	PROMEDIO	4.1	12.2	3.6	2.0	3.0	3.7	6.6
	MAX	4.5	13.4	6.3	2.4	3.6	4.3	7.0
	D.S.	0.02	0.07	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03
Estadio III	MIN	5.2	16.3	5.0	2.8	3.5	4.0	7.9
	PROMEDIO	5.6	17.2	5.0	3.1	3.8	4.6	8.5
	MAX	5.9	18.4	5.0	3.3	4.0	5.0	9.0
	D.S.	0.03	0.09	0.00	0.02	0.03	0.05	0.05
Estadio IV	MIN	6.6	20.5	5.7	3.5	4.5	5.4	10.0
	PROMEDIO	7.2	22.1	6.2	3.8	5.0	6.1	10.7
	MAX	7.7	27.0	7.0	4.2	5.4	6.5	11.7
	D.S.	0.03	0.14	0.04	0.02	0.02	0.02	0.05
Estadios V	MIN	8.0	21.5	4.5	3.9	4.7	6.0	11.2
	PROMEDIO	8.8	28.5	7.4	4.7	5.7	7.1	12.7
	MAX	9.9	33.0	9.7	6.9	6.9	9.0	13.7
	D.S.	0.05	0.24	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06
Estadio VI	MIN	10.0	31.2	8.2	5.4	6.0	7.6	14.8
	PROMEDIO	11.3	36.9	9.9	6.6	7.3	8.9	17.2
	MAX	12.3	42.9	11.8	8.0	8.8	9.8	21.2
	D.S.	0.07	0.29	0.07	0.06	0.06	0.05	0.16
ADULTO	MIN	12.5	36.0	11.1	6.4	7.2	9.4	17.6
	PROMEDIO	13.6	46.7	12.4	8.1	8.7	10.7	19.3
	MAX	14.6	55.0	13.6	9.6	9.1	11.7	21.2
	D.S.	0.05	0.37	0.06	0.07	0.05	0.05	0.08

Tabla VI. Proporción de madrigueras activas-inactivas (pendiente) y por mes durante un ciclo anual (los meses con mayor actividad se resaltan en negritas subrayadas, y los meses con mayor inactividad solamente en negritas).

	SUR		PLANO		NORTE		OESTE		ESTE	
MES	Activos	Inactivos	Activos	Inactivos	Activos	Inactivos	Activos	Inactivos	Activos	Inactivos
Enero	57.8	42.1	**45.0**	55.0	36.3	63.6	56.5	43.4	40.9	59.0
Febrero	36.8	63.1	18.7	**81.2**	24.2	75.7	47.8	52.1	24.5	75.4
Marzo	33.9	66.1	20.9	79.0	24.2	75.7	34.7	65.2	22.9	**77.0**
Abril	35.5	64.4	35.2	64.7	29.4	70.5	42.3	57.6	22.9	**77.0**
Mayo	53.8	46.1	43.5	56.4	33.3	66.6	43.3	56.6	45.7	54.2
Junio	6.5	**93.4**	28.2	**71.7**	33.9	66.0	13.3	**86.6**	8.4	**91.5**
Julio	14.1	**85.8**	19.5	**80.4**	16.9	**83.0**	36.3	63.6	22.0	**77.9**
Agosto	55.0	45.0	35.4	64.5	32.1	67.8	**58.8**	41.1	38.4	61.5
Septiembre	**75.0**	25.0	32.2	67.7	**45.1**	54.8	29.4	**70.5**	35.4	64.5
Octubre	**78.7**	21.2	40.0	60.0	**46.8**	53.1	36.8	63.1	42.3	57.6
Noviembre	59.5	40.4	42.8	57.1	40.6	59.3	50.0	50.0	**50.8**	49.1
Diciembre	54.5	45.4	**44.3**	55.7	31.2	**68.7**	**69.5**	30.4	40.6	59.3

Tabla VII. Meses en que se registraron cambios de instar en ejemplares etiquetados.

CAMBIO DE ESTADIO	Meses registrados
II a III	Junio, julio
III a IV	Febrero
IV a V	Febrero, abril, junio, julio, agosto
V a VI	Abril, mayo, agosto
VI a Ad	Febrero, mayo, junio, agosto

Tabla VIII. Especies para las que se tiene registro de apareamiento en los meses de julio y octubre (Datos tomados de Polis y Sissom 1990).

Familia	Julio	Octubre
BOTHRIURIDAE	*Urophonius brachycentrus* (Thorell)	
BUTHIDAE		*Centruroides insulanus* (Thorell)
		C. vittatus (Say)
		Isometrus maculatus (DeGeer)
		Rhopalurus garridoi (Armas)
SCORPIONIDAE	*Heterometrus longimanus* (Herbst)	*Urodacus manicatus* (Thorell)
VAEJOVIDAE	*Paruroctonus utahensis* (Williams)	*Paruroctonus mesaensis* (Stahnke)