

# CARGA ECTOPARASITARIA EN LA LAGARTIJA ESPINOSA DE YARROW (*Sceloporus jarrovi*) EN EL CAÑÓN DE LAS PIEDRAS ENCIMADAS, DURANGO, MÉXICO

Cristina García-De la Peña, Héctor Gadsden y Amorita Salas-Westphal

## RESUMEN

Se estudió la carga ectoparasitaria (prevalencia, intensidad de infestación, distribución corporal y relación entre el tamaño, peso y número de ácaros) en la lagartija espinosa de Yarrow (*Sceloporus jarrovi*) en el Cañón de las Piedras Encimadas, Gómez Palacio, Durango, México. Se encontraron dos especies de ácaros parásitos prostigmados, *Acomatacarus arizonensis* (Familia *Leeuwenhoekiidae*) y *Eutrombicula alfreddugesi* (Familia *Trombiculidae*). El 100% de las lagartijas portaban ácaros. La intensidad de infestación en los machos fue significativamente más alta que en las hembras. El mayor tamaño del ámbito hogareño de los machos puede causar una mayor carga parasitaria en comparación con las hembras de *S. jarrovi*. Las

medias del número de ácaros por individuo para los machos fue de  $93,41 \pm 6,95$  y  $4,58 \pm 0,96$  ácaros de *A. arizonensis* y *E. alfreddugesi* respectivamente, y para las hembras fue de  $70,18 \pm 7,16$  y  $1,06 \pm 0,06$  ácaros por individuo. La mayoría de los ácaros *A. arizonensis* y todos los *E. alfreddugesi* fueron encontrados dentro de los bolsillos laterales del cuello para ambos sexos. Estos bolsillos profundos en el cuello pueden favorecer la concentración de ambas especies de ácaros en esta especie de lagartija. Se utilizaron análisis de regresión para probar la relación entre el tamaño y peso de las lagartijas y el número de ácaros; sin embargo, no se detectaron relaciones significativas.

## Introducción

Las larvas de los ácaros prostigmados de las Familias *Leeuwenhoekiidae* y *Trombiculidae* son ectoparásitos de una gran cantidad de vertebrados terrestres (Hoffmann, 1990; Paredes-León *et al.*, 2008). El conocimiento de la relación ectoparasitaria entre ácaros y lagartijas es importante desde el punto de vista ecológico y de salud del huésped. Los efectos del parasitismo por ácaros en estos reptiles pueden disminuir su sobrevivencia debido al desarrollo de dermatitis (daños en la piel que predisponen a las infecciones), anemia (descenso del volumen de glóbulos rojos y hemoglobina), anorexia, y por la transmisión de microorganismos responsables de enfermedades como la malaria (Frye, 1991; Sorci *et al.*, 1994; Bulté *et al.*, 2009). Algunos

factores que pueden influenciar la carga parasitaria en una lagartija huésped incluyen los antecedentes genéticos, la edad, el tamaño, el sexo y los niveles hormonales (Brown *et al.*, 1995; Klukowski y Nelson, 2001; Cox y John-Alder, 2007). En los últimos años se han llevado a cabo diversos estudios descriptivos sobre la prevalencia e infestación por ácaros en lagartijas del continente americano (Cunha-Barros *et al.*, 2003; Klukowski, 2004). Sin embargo, aunque México posee una gran cantidad de estos reptiles, los estudios ectoparasitológicos son aun escasos en este país (García-De la Peña *et al.*, 2004, 2005a, b, 2007; Paredes-León *et al.*, 2006).

La lagartija espinosa de Yarrow (*Sceloporus jarrovi*) se distribuye en el sureste de Arizona, suroeste de Nuevo México y noroeste de México

(Degenhardt *et al.*, 1996). Una gran cantidad de ácaros han sido registrados como ectoparásitos de esta especie, entre los que se encuentran *Acomatacarus arizonensis*, *Eutrombicula alfreddugesi*, *E. lipovskiyana*, *Hyponeocula sauricola*, *Kayella lacerta*, *Microtrombicula aequalis*, *Geckobiella texana* y *Hirstiella* sp. (Bennett, 1977; Goldberg y Holshuh, 1993; García-De la Peña *et al.*, 2010). Algunos estudios han documentado la intensidad de infestación y los daños físicos y fisiológicos producidos por ácaros en poblaciones norteamericanas de esta especie de lagartija (Goldberg y Holshuh, 1992; Goldberg y Bursey, 1993; Bulté *et al.*, 2009); sin embargo, esta relación simbiótica no ha sido analizada en México. Con el propósito de incrementar este conocimiento, en este estudio se reporta la carga ectoparasi-

taria (prevalencia, intensidad de infestación, distribución corporal y relación entre el tamaño, peso y número de ácaros) de la lagartija espinosa de Yarrow en una población de Durango, México.

## Materiales y Métodos

El área de estudio se localiza en el Cañón de las Piedras Encimadas ( $25^{\circ}38'45''N$  y  $103^{\circ}38'42''O$ ), en el municipio de Gómez Palacio, Durango, México. Esta región presenta una altitud de 1425msnm. La media de la precipitación anual es de 250mm, principalmente entre julio y septiembre (INEGI, 1988). La temperatura media anual es de  $21^{\circ}C$ , siendo diciembre y enero los meses más fríos, y julio y agosto los más cálidos (García, 2004). La vegetación característica de este lugar es el Matorral Xerófilo-Rosetófilo

**PALABRAS CLAVE /** Ácaro / *Sceloporus jarrovi* / *Acomatacarus arizonensis* / Ectoparasitismo / *Eutrombicula alfreddugesi* /

Recibido: 01/03/2010. Modificado: 27/08/2010. Aceptado: 30/08/2010.

**Cristina García-De la Peña.** Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México. Profesora-Investigadora, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), México.

Dirección: Escuela Superior de Biología, Av. Universidad s/n. Fraccionamiento Filadelfia. C.P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México. e-mail: cristina.esb.ujed@gmail.com

**Héctor Gadsden.** Doctor en Ciencias (Biología), Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador, Instituto de Ecología A.C., Centro Regional Chihuahua, México. e-mail: hgadsden@gmail.com

**Amorita Salas-Westphal.** Doctora en Manejo de Recursos Naturales, UANL, México. Profesora-Investigadora, UJED, México. e-mail: aisalasw@gmail.com

## ECTOPARASITIC LOAD IN THE YARROW SPINY LIZARD (*Sceloporus jarrovi*) IN THE CAÑÓN DE LAS PIEDRAS ENCIMADAS, DURANGO, MÉXICO

Cristina García-De la Peña, Héctor Gadsden and Amorita Salas-Westphal

### SUMMARY

Parasite loads (prevalence, infestation levels, body distribution and relationships between lizard's size and weight, and number of mites) on the Yarrow spiny lizard *Sceloporus jarrovi* were studied at the Cañón de las Piedras Encimadas, Gómez Palacio, Durango, México. Two species of prostigmatic parasitic mites were found, *Acomatacarus arizonensis* (Leeuwenhoekiidae), and *Eutrombicula alfreddugesi* (Trombiculidae). Mites were observed on 100% of the lizards. Parasite loads in males were higher than in females. The males' larger home range size may account

for the observed greater mite infestation levels. Males averaged  $93.41 \pm 6.95$  and  $4.58 \pm 0.96$  mites of *A. arizonensis* and *E. alfreddugesi*, respectively, and females  $70.18 \pm 7.16$  and  $1.06 \pm 0.06$  mites per lizard. The majority of *A. arizonensis* and all *E. alfreddugesi* were found on the neck pockets in both sexes. Deep neck pockets could favor the aggregation of this two mite species on this lizard. Regression analysis was used to test the relationships between lizard's size and weight, and number of mites; however, no relationships were detected.

## CARGA DE ECTOPARASITOS EM EL LAGARTO ESPINHOSO DE YARROW (*Sceloporus jarrovi*) EM EL CAÑÓN DE LAS PIEDRAS ENCIMADAS, DURANGO, MÉXICO

Cristina García-De la Peña, Héctor Gadsden e Amorita Salas-Westphal

### RESUMO

Estudamos a carga de ectoparasitos (prevalência, intensidade de infestação, distribuição física e relação entre o tamanho, peso e número de ácaros), del lagarto espinhoso de Yarrow (*Sceloporus jarrovi*) em el Cañón de las Piedras Encimadas, Gómez Palacio, Durango, México. Havia duas espécies de ácaros parasitas prostigmados, *Acomatacarus arizonensis* (Família Leeuwenhoekiidae) e *Eutrombicula alfreddugesi* (Família Trombiculidae). 100% dos lagartos carregando ácaros. A intensidade da infecção no sexo masculino foi significativamente maior no sexo feminino. O tamanho da área de vida dos homens pode causar aumento da carga parasitária em comparação com as fêmeas de *S. jarrovi*. O

número médio de ácaros por indivíduo para o sexo masculino foi  $93,41 \pm 6,95$  e  $4,58 \pm 0,96$  ácaros de *A. Arizonensis* e *E. alfreddugesi* respectivamente, ea mediana para o sexo feminino foi  $70,18 \pm 7,16$  e  $1,06 \pm 0,06$  ácaros por indivíduo. A maioria dos ácaros de *A. Arizonensis* e todos *E. alfreddugesi* foram encontrados nos bolsos laterais do pescoço para ambos os sexos. Os bolsos profundos do pescoço pode levar a uma concentração de ambas espécies de ácaros nesta espécie de lagarto. A análise de regressão foram utilizados para testar a relação entre o tamanho e peso dos lagartos e do número de ácaros, no entanto, foi detectada nenhuma relação significativa.

con dominancia de *Agave lecheguilla*, *Acacia gregii*, *Jatropha dioica*, *Yucca filifera*, *Fouquieria splendens*, *Opuntia rufida* y *O. leptocaulis* (Rzedowski, 1978).

El trabajo de campo se limitó a octubre del 2009 para evitar el posible efecto estacional en los patrones de infestación. Se capturaron individuos de *Sceloporus jarrovi* utilizando nudos corredizos o con la mano. Para cada individuo se registró el sexo (machos con poros femorales agrandados y parches azules en la garganta y vientre), la longitud hocico-cloaca (LHC, al 0,1mm más cercano), el peso (medido al 0,1g más cercano con una balanza Pesola<sup>TM</sup> de resorte) y el número de ácaros que portaban en cada parte del cuerpo. Los

ácaros fueron removidos en campo utilizando hisopos humedecidos con alcohol. El color rojo de los ectoparasitos permitió su contabilización en la superficie de algodón con la ayuda de un lente de aumento. Posteriormente, los ácaros fueron colectados en tubos de plástico con alcohol 70%. Cada lagartija fue marcada temporalmente en el dorso utilizando un marcador indeleble para evitar su recaptura. Las lagartijas fueron liberadas en el lugar donde fueron observadas por primera vez.

En el laboratorio, los ácaros fueron aclarados con lactofenol y se elaboraron preparaciones semi-permanentes en portaobjetos y cubreobjetos usando líquido de Hoyer como preservador (Krantz y Walter, 2009). La identificación

taxonómica se realizó utilizando las claves de Hoffmann (1990). Los ácaros fueron depositados en la colección de artrópodos de la Escuela Superior de Biología de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México.

Se comprobó la normalidad de los datos de la LHC, el peso y el número de ácaros de cada especie en el cuerpo de las lagartijas mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizaron pruebas t de Student para probar diferencias entre las medias de dichas variables para machos y hembras. Debido a que la distribución de los datos sobre la cantidad de ácaros por región corporal de *S. jarrovi* no fue normal, se utilizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (H) para pro-

bar diferencias entre sexos. Finalmente, se realizaron análisis de regresión entre la LHC y el número total de ácaros registrados (TA), así como entre el peso y el TA para ambos sexos. Todas las pruebas estadísticas se consideraron significativas con  $p \leq 0,05$ . Las medias se indican como  $X \pm$  error estándar.

### Resultados

Se capturó un total de 33 lagartijas (17 machos y 16 hembras), de las cuales el 100% portaban ácaros. La media de la LHC de los machos ( $72,82 \pm 1,3$ mm, intervalo 65-83mm) fue mayor que la de las hembras ( $67,43 \pm 1,2$ mm; 60-77),  $t = -2.380$ ,  $g.l. = 31$ ,  $p = 0,024$ ; asimismo, el peso de los machos resultó

significativamente mayor ( $15,44 \pm 1,1g$ ;  $10,5-22,5g$ ) que el de las hembras ( $10,59 \pm 0,6g$ ;  $8,5-16$ ),  $t = -3,520$ ,  $g.l. = 31$ ,  $p = 0,001$ .

Se identificaron dos especies de ácaros en esta población de *S. jarrovi*: *Acomatacarus arizonensis* Ewing 1942 (Familia Leeuwenhoekiidae) caracterizado por presentar el escudo con proyección media anterior y dos sedas anteromedianas (Figuras 1a y c), una fórmula pedipalpal: B/B/NNN, seda tarsal II expandida distalmente, con seda mastigotarsal III y ausencia de mastigotibial III (Hoffmann, 1990); y *Eutrombicula alfreddugesi* (Oudemans 1910) (Familia Trombiculidae), cuyas larvas se distinguen por presentar el escudo sin proyección media anterior con 1 seda anteromediana (Figuras 1b y d), una fórmula pedipalpal: B/N(B)/NNB; las 22 sedas dorsales dispuestas en el siguiente orden: 2 (humerales) + 6,6,4,2,2; con 3 genuales I, 1 mastigotarsal III y sin mastigotibiales (Hoffmann, 1990).

#### *Ectoparasitismo por A. arizonensis*

La media del número de ácaros que portaban los machos en todo el cuerpo ( $93,41 \pm 6,95$ ; intervalo 58-128) fue significativamente mayor que la media calculada para las hembras ( $70,18 \pm 7,16$ ; 17-109),  $t = 2,326$ ,  $g.l. = 31$ ;  $p = 0,027$ . Se encontraron ácaros de esta especie en el cuello, en los muslos y en la cloaca. La mayor cantidad de ellos se concentró de manera significativa a los lados del cuello (detrás de los tímpanos y protegidos por el pliegue gular lateral) en ambos sexos (machos:  $H = 9,42$ ,  $g.l. = 2$ ;  $p = 0,009$ ; hembras:  $H = 11,20$ ,  $g.l. = 2$ ;  $p = 0,004$ ). La media del número de ácaros

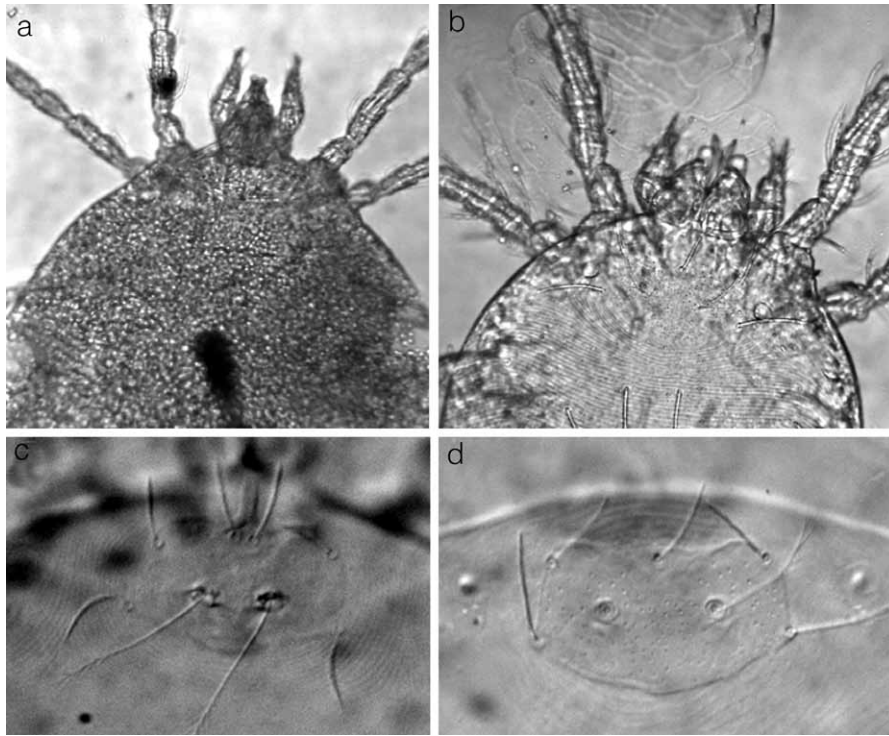


Figura 1. Ectoparásitos de *Sceloporus jarrovi* en el Cañón de las Piedras Encimadas, Durango, México. a: *Acomatacarus arizonensis*; b: *Eutrombicula alfreddugesi*; c: escudo de *A. arizonensis*, caracterizado por la proyección media anterior y el par de sedas anteromedianas detrás de ésta; d: escudo de *E. alfreddugesi*, sin la proyección media anterior y una sola seda anteromediana.

a los lados del cuello fue de  $92,64 \pm 6,84$  (intervalo 58-125) para los machos y de  $68,81 \pm 7,46$  (17-109) para las hembras. En los muslos de los machos se registró una media de  $4 \pm 1,00$  (3-5) ácaros, mientras que en las hembras fue de  $5,25 \pm 1,37$  (2-8). La media de ácaros que portaban los machos en la cloaca fue de  $2,5 \pm 0,5$  (2-3), mientras que solo una hembra presentó un ácaro en esta región corporal. Considerando ambos sexos ( $n = 33$ ), el 98,70% de estos ácaros se registraron a los lados del cuello, el 1,06% en los muslos y el 0,22% en la cloaca.

#### *Ectoparasitismo por E. alfreddugesi*

La media del número de ácaros en los machos ( $4,58 \pm 0,96$ ; intervalo 0-12) fue significativamente mayor que la media de las hembras ( $1,06 \pm 0,06$ ; 0-3),  $t = 2,958$ ,  $g.l. = 31$ ;  $p = 0,006$ . El 100% de los individuos de *E. alfreddugesi* se encontraron en el área de los

pliegues del cuello en ambos sexos de *S. jarrovi*.

#### Análisis de regresión

No se observó relación significativa entre la LHC y el número total de ácaros (TA) para los machos ( $y = 0,824x + 33,38$ ;  $R^2 = 0,039$ ;  $F = 0,612$ ;  $p = 0,446$ ), ni las hembras ( $y = -0,435x + 99,53$ ;  $R^2 = 0,008$ ;  $F = 0,119$ ;  $p = 0,735$ ). En el caso de la regresión entre el peso y el TA tampoco hubo relación significativa para los machos ( $y = 1,792x + 65,73$ ;  $R^2 = 0,091$ ;  $F = 1,493$ ;  $p = 0,241$ ), ni las hembras ( $y = -1,759x + 88,82$ ;  $R^2 = 0,029$ ;  $F = 0,413$ ;  $p = 0,531$ ).

#### Discusión

En el Cañón de las Piedras Encimadas, Durango, México, se observó que los ácaros *Acomatacarus arizonensis* y *Eutrombicula alfreddugesi* coexisten parasitando individuos de la lagartija espinosa *Sceloporus jarrovi*. Sin embargo, considerando las me-

diadas calculadas del número de larvas de *A. arizonensis* sobre este huésped, se observa una dominancia parasitaria en comparación con las medias de infestación obtenidas para *E. alfreddugesi*. Según Lanciani (1970) es posible la coexistencia en un mismo hábitat de especies simpátricas de ácaros parásitos, debido a que algunas especies son específicas a ciertos huéspedes durante su etapa larvaria; sin embargo, *A. arizonensis* y *E. alfreddugesi* son parásitos generalistas de vertebrados terrestres (Hoffmann, 1990). Por otra parte, cuando se encuentran dos o más especies de ácaros parasitando una misma especie de huésped, debe existir segregación ecológica (simpatria vecinal).

Se ha registrado que para los ácaros parásitos, la tasa reproductora de cada especie, la estación del año, la distribución y el tipo de microhábitat del huésped y la competencia directa entre ácaros por los mejores sitios para adherirse en el cuerpo del huésped son factores que pueden determinar el reparto diferencial de los recursos, lo que les permite coexistir en tiempo y espacio (Mitchell, 1964; Lanciani, 1970). Aún es necesario el desarrollo de estudios del nicho ecológico de las especies de ácaros que se encontraron parasitando a *S. jarrovi* en esta población mexicana de Durango para establecer los factores que determinan su coexistencia en el cuerpo de este huésped.

*S. jarrovi* habita en grietas y entre las rocas que son abundantes en la localidad de estudio (Gadsden y Estrada-Rodríguez, 2007). Estas grietas presentan microclimas que pueden favorecer la permanencia de las larvas de ambas especies de ácaros hasta el momento en que puedan ad-

herirse a su huésped. Según Clopton y Gold (1993) las larvas de *E. alfreddugesi* prefieren áreas de alta humedad relativa, una temperatura de baja a moderada y poca incidencia de luz solar, lo cual se puede observar en las grietas de *S. jarrovii*. Otros estudios realizados con lagartijas saxícolas como *Sceloporus couchii* (García-De la Peña *et al.*, 2004) y *Tropidurus* spp. (De Carvalho *et al.*, 2006) han registrado infestación por ácaros trombiculidos.

La intensidad de infestación por *A. arizonensis* y *E. alfreddugesi* fue mayor en los machos que en las hembras. Esta misma situación ha sido registrada en estudios de campo de otras especies de lagartijas como *Sceloporus occidentalis* (Schall *et al.* 2000) y *Uta steynegeri* (García-De la Peña *et al.*, 2007). Esta infestación diferencial entre sexos puede atribuirse en primera instancia al tamaño corporal, donde los machos al ser más grandes que las hembras poseen una mayor superficie de adhesión para los ácaros. Sin embargo, esta diferencia frecuentemente ha sido atribuida a los niveles de testosterona en los machos. Esta hormona estimula la actividad locomotora, la agresividad territorial, la coloración sexual y el tamaño del ámbito hogareño en lagartijas (Marler y Moore, 1989; DeNardo y Sinervo, 1994; Klukowski *et al.*, 2004) y se ha relacionado con altas cargas parasitarias en los machos de diferentes especies de lagartijas (Salvador *et al.*, 1996; Olsson *et al.*, 2000). En Arizona (Simon, 1975) y en el Cañón de la Piedras Encimadas (Héctor Gadsden, comunicación personal) se calculó que el ámbito hogareño de los machos de *S. jarrovii* (209,2 ± 39,3m<sup>2</sup>) es significativamente mayor que el de las hembras (38,3 ± 9,8m<sup>2</sup>), lo cual aumenta considerablemente el número de microhábitats que pueden visitar y los expone a mayor cantidad de larvas de ácaros que buscan huéspedes (Talleklint-Eisen y Eisen, 1999).

La mayoría de los ejemplares de *A. arizonensis* y todos de los *E. alfreddugesi* fueron encontrados concentrados en los pliegues del cuello de machos y hembras de *S. jarrovii* en esta población mexicana. Se ha documentado que los ácaros parásitos de lagartijas tienden a concentrarse en sitios específicos del cuerpo de su huésped para alimentarse de sus fluidos. Los "bolsillos de ácaros" son invaginaciones que se observan alrededor del cuello, en las axilas, las ingles y la región postfemoral de las lagartijas (Arnold, 1986). Se ha sugerido que debido a que la piel de estos bolsillos es elástica y tiende a sanar rápidamente, estas invaginaciones pudieron haber evolucionado como una adaptación al ectoparasitismo, concentrando a los ácaros y minimizando el área dañada del cuerpo de su huésped. Aunque esta idea ha sido debatida por Bauer *et al.* (1990, 1993), quienes consideran a la aparición de estos bolsillos como un evento filogenético independiente al ectoparasitismo, es un hecho que en diversos estudios se ha documentado la concentración significativa de ácaros en estas regiones corporales en lagartijas del género *Sceloporus*. Goldberg y Bursey (1993) registraron que la mayoría de los ácaros de *Eutrombicula lipovskiyana* que se encuentran infestando a *S. jarrovii* en Arizona, se localizaban en los bolsillos formados por los pliegues del cuello, en donde permanecían adheridos hasta 52 días. Estos autores proponen la posibilidad de que exista una relación entre el tiempo de parasitismo sobre el huésped y el lugar en el que se adhieren las larvas, siendo los bolsillos donde permanecen más tiempo. Aunque esta es una hipótesis plausible, aún necesita ser probada en la población mexicana estudiada de *S. jarrovii*.

Finalmente, es necesario llevar a cabo estudios donde se analicen aspectos como el patrón estacional del ectoparasitismo y el estado de salud de *S. jarrovii*, así como

de otras especies de lagartijas mexicanas. Esto será importante para determinar la prevalencia de padecimientos como la anemia u otras enfermedades producidas por microorganismos transmitidos por ácaros.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J. Becerra-López y A. García-De la Peña por su ayuda en el trabajo de campo; a R. García-De la Peña, S. Cambero, O. Gittings y A. Gaona por su ayuda en el laboratorio, y a C.W. Barrows por su apoyo en la revisión del resumen en inglés. Las fotografías de las Figuras 1c y 1d son cortesía de R. Paredes-León.

#### REFERENCIAS

- Arnold EN (1986) Mite pockets of lizards, a possible means of reducing damage by ectoparasites. *Biol. J. Linn. Soc.* 29: 1-21.
- Bauer AM, Russell AP, Dollahon NR (1990) Skin folds in the gekkonid lizard genus *Rhacodactylus*: a natural test of the damage limitation hypothesis of mite pocket function. *Can. J. Zool.* 68: 1196-1201.
- Bauer AM, Russell AP, Dollahon NR (1993) Function of the mite pocket of lizards: a reply to E. N. Arnold. *Can. J. Zool.* 71: 865-868.
- Bennett SG (1977) *Ecology and Systematics of Trombiculid Mites on Lizards from Southern Arizona*. Tesis. California State University. Long Beach, CA, EEUU. 192 pp.
- Brown SG, Kwan S, Shero S (1995) The parasitic theory of sexual reproduction: parasitism in unisexual and sexual geckos. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 260: 317-320.
- Bulté G, Plummer AC, Thibaudeau A, Blouin-Demers G (2009) Infection of Yarrow's spiny lizards (*Sceloporus jarrovii*) by chiggers and malaria in the Chiricahua mountains, Arizona. *Southwest. Nat.* 54: 204-207.
- Clopton RE, Gold RE (1993) Distribution and seasonal and diurnal activity patterns of *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) in a forest edge ecosystem. *J. Med. Entomol.* 30: 47-53.
- Cox, RM, John-Alder HB (2007) Increased mite parasitism as

a cost of testosterone in male striped plateau lizards *Sceloporus virgatus*. *Funct. Ecol.* 21: 327-334.

- Cunha-Barros M, Van Sluys M, Vrcibradic D, Galdino CAB, Hatano FH, Rocha CFD (2003) Patterns of infestation by chigger mites in four diurnal lizard species from a restinga habitat (Jurubatiba) of Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 63: 393-399.
- Degenhardt WD, Painter CW, Price AH (1996) *Amphibians and Reptiles of New Mexico*. University of New Mexico Press. Albuquerque, NM, EEUU. 431 pp.
- De Carvalho ALG, de Araujo AFB, da Silva HR (2006) Patterns of parasitism by *Eutrombicula alfreddugesi* (Oudemans) (Acari, Trombiculidae) in three species of *Tropidurus* Wied (Squamata, Tropiduridae) from Cerrado habitat of Central Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 23: 1010-1015.
- DeNardo DF, Sinervo B (1994) Effects of steroid hormone interaction on activity and home-range size of male lizards. *Horm. Behav.* 28: 273-287.
- Frye FL (1991) *Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry*. Vol. 1. 2ª ed. Krieger. Malabar, FL, EEUU. 325 pp.
- Gadsden H, Estrada-Rodríguez JL (2007) Ecology of the spiny lizard *Sceloporus jarrovii* from the central Chihuahuan desert. *Southwest. Nat.* 52: 1-7.
- García E (2004) *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 90 pp.
- García-De la Peña C, Contreras-Balderas A, Castañeda GG, Lazcano D (2004) Infestación y distribución corporal de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) en el lacertilio de las rocas *Sceloporus couchii* (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zool. Mex. (Nva. Ser.)* 20: 159-165.
- García-De la Peña C, Castañeda GG, Lazcano D (2005a) Observations on ectoparasitism by *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) in a population of *Sceloporus cyanogenys*. *Bull. Chicago Herpetol. Soc.* 40: 52-53.
- García-De la Peña C, Castañeda GG, Lazcano D (2005b) *Sceloporus olivaceus* (Texas spiny lizard) ectoparasitism. *Herpetol. Rev.* 36: 183.
- García-De la Peña C, Castañeda GG, Barrows CW (2007) Infestation by chigger mites in two lizard species from a dune

- habitat of Northern Mexico. *Texas J. Sci.* 59: 23-32.
- García-De la Peña C, Paredes-León R, O'Connor B, Gadsden-Esparza H, Barrows CW (2010) *Acomatacarus arizonensis* (Acari: Leeuwenhoekidae): new records from three species of lizards in the Mexican Chihuahuan desert. *Southwest. Nat.* 55: 278-279.
- Goldberg SR, Holshuh HJ (1992) Ectoparasite-induced lesions in mite pockets of the Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae). *J. Wildl. Dis.* 28: 537-541.
- Goldberg SR, Holshuh HJ (1993) Histopathology in a captive Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae), attributed to the mite *Hirstiella* sp. (Pterygosomatidae). *Trans. Am. Microsc. Soc.* 112: 234-237.
- Goldberg SR, Bursey CR (1993) Duration of attachment of the chigger, *Eutrombicula lipovskyana* (Trombiculidae) in mite pockets of Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae) from Arizona. *J. Wildl. Dis.* 29: 142-144.
- Hoffmann A (1990) *Los Trombicúlidos de México (Acarida: Trombiculidae)*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 275 pp.
- INEGI (1988) *Atlas Nacional del Medio Físico*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 224 pp.
- Klukowski M (2004) Seasonal changes in abundance of host-seeking chiggers (Acari: Trombiculidae) and infestations on fence lizards, *Sceloporus undulatus*. *J. Herpetol.* 38: 141-144.
- Klukowski M, Nelson CE (2001) Ectoparasite loads in free-ranging northern fence lizards, *Sceloporus undulatus hyacinthinus*: effects of testosterone and sex. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 49: 289-295.
- Klukowski M, Ackerson B, Nelson CE (2004) Testosterone and daily activity period in laboratory-housed mountain spiny lizards, *Sceloporus jarrovi*. *J. Herpetol.* 38: 120-124.
- Krantz GW, Walter DE (2009) *A Manual of Acarology*. 3<sup>a</sup> ed. Texas Tech University Press. Lubbock, TX, EEUU. 807 pp.
- Lanciani CA (1970) Resource partitioning in species of water mite genus *Eylais*. *Ecology* 51: 338-342.
- Marler CA, Moore MC (1989) Time and energy costs of aggression in testosterone-implanted free-living male mountain spiny lizards (*Sceloporus jarrovi*). *Physiol. Zool.* 62: 1334-1350.
- Mitchell R (1964) A study of sympatry in the water mites genus *Arrenurus* (Family Arrenuridae). *Ecology* 45: 546-558.
- Olsson M, Wapstra E, Madsen T, Silverin B (2000) Testosterone, ticks, and travels: a test of the immunocompetence-handicap hypothesis in free-ranging male sand lizards. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 267: 2339-2343.
- Paredes-León R, Montiel-Parra G, Morales-Malacara JB, Pérez TM (2006) Infestación de *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) sobre lagartijas *Anolis* (Reptilia: Polychrotidae) en los alrededores de Frontera Corozal, Chiapas, México. *En Estrada-Venegas E, Romero-Nápoles J, Equihua-Martínez A, Luna-León C, Rosas-Acevedo JL Entomología Mexicana. Vol. 5. Tomo 1.* Sociedad Mexicana de Entomología, Colegio de Posgraduados, Texcoco, México. pp. 150-155.
- Paredes-León R, García-Prieto L, Guzmán-Cornejo C, León-Régagnon V, Pérez TM (2008) *Metazoan Parasites of Mexican Amphibians and Reptiles*. *Zootaxa* 1904. Magnolia Press. Auckland, New Zealand. 166 pp.
- Rzedowski J (1978) *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.
- Salvador A, Veiga JP, Martín J, López P, Abelenda M, Puerta M (1996) The cost of producing a sexual signal: testosterone increases the susceptibility of male lizards to ectoparasite infestation. *Behav. Ecol.* 7: 145-150.
- Schall JJ, Prendeville HR, Hanley KA (2000) Prevalence of the tick, *Ixodes pacificus*, on Western fence lizards, *Sceloporus occidentalis*: Trends by gender, size, season, site, and mite infestation. *J. Herpetol.* 34: 160-163.
- Simon CA (1975) The influence of food abundance on territory size in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Ecology* 56: 993-998.
- Sorci G, Massot M, Clobert J (1994) Maternal parasite load increases sprint speed and philopatry in female offspring of the common lizard. *Am. Nat.* 144: 153-164.
- Talleklint-Eisen L, Eisen RJ (1999) Abundance of ticks (Acari: Ixodidae) infesting the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*, in relation to environmental factors. *Exp. Appl. Acarol.* 23: 731-740.